日本水產學會誌

第十七卷 第七號

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 17, No. 7, 1952

目　次

一つの漁場で漁られるものの割合を見積る試み……田内森三郎…… 1

東支那海黄海に於けるプランクトンの分布に就て
第二報 1949～1950 年春期のプランクトンに就て……千葉卓夫…… 5
〃
第三報 1948～1949 年秋期のプランクトンに就て……千葉卓夫…… 9

食品の鮮度測定法に関する研究第3報
魚肉の揮発性塩基の水蒸気蒸溜による一新定量法……富山哲夫・井出克巳・秋山勉……13

冷凍方程式の近似解について Ⅱ……藤田博……19

千曲川に於ける石塚漁業に就て……川尻稔…… 28

CONTENTS

On estimation of the loss-rate of amount of fishes in a fishing ground…… Morisaburo TAUTI…… 1

On the Distribution of the Plankton in the Eastern China Sea and Yellow Sea
Ⅱ Observation on the Plankton in Spring the period 1949～1950 …… Takuo CHIBA…… 5

On the Distribution of the Plankton in the Eastern China Sea and Yellow Sea
Ⅲ Observation on the Plankton in Autumn during the Years 1948～1949 …… Takuo CHIBA…… 9

STudies on the method for testing the spoilage of foods (Ⅲ)
A new steam-distilling method for the deter mination of volatile base in fish flesh……Tetuo TOMIYAMA, Katsumi IDE, Tsutomu AKIYAMA……13

On the Approximate Solution of One-dimensional Treezing Equation Ⅱ …… Hiroshi FUJITA…… 19

On the Tishing by "Ishizuka" in Chikuma River…… Minoru KAWAZIRI…… 28

昭和二十七年

日本水產學會

The Japanese Societe of Scientific Fisheries

TOKYO

一つの漁場で漁られるものの割合を見積る試み

田内森三郎
(東京水産大学)

An estimation of the loss-rate of amount of fishes in a fishing ground

MORISABURO TAUTI

If the monthly catch can be expressed by $a+b\cos\left(\frac{2\tau}{\tau}t\right)+c\cos\left(\frac{4\pi}{\tau}\overline{t+\tau}\right)$, the loss-rate r of amount of fishes for n months when they live in a fishing ground may be estimated by following two equations :——

$$\frac{1}{\frac{n}{2}[1+(1-f)^n]}-f=\frac{k}{12} \quad \text{and} \quad r=1=(1-f)^n,$$

where $k=\frac{2b+4c}{a}$

§ 1.

或時刻 t に或漁場にきておる魚の数が S で dt 時間にはいつてくる数が Idt でていく数が Odt 漁場で漁業其他の原因によつて失われる数が $fSdt$ であるとすると

$$\frac{dS}{dt}=I-O-fS$$

だから

$$I-O=\frac{dS}{dt}+fS$$

そこで

$$S=a+b\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)+c\cos\left(\frac{4\pi}{T}\overline{t+\tau}\right)$$

とおいてよいような場合には

$$I-O=fa+b\sqrt{f^2+\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2}\cos\left(\frac{2\pi}{T}\overline{t+e}\right)+c\sqrt{f^2+\left(\frac{4\tau}{T}\right)^2}\cos\left(\frac{4\pi}{T}\overline{t+\tau+e'}\right)$$

とかいてよい。こゝで

$$\tan\left(\frac{2\pi}{T}e\right)=\frac{2\pi}{fT}, \quad \tan\left(\frac{4\pi}{T}e'\right)\frac{4\pi}{fT}$$

実際には漁場にでいりする魚群の動きは混いつておつて到底数式であらわすことができないが，こゝでは上の式にかなり勝手な仮定をして計算をすゝめる。すなわち，第1項は単位時間に fa 個体が漁場にはい

単位漁獲努力当りの漁獲量が $a+b\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)+c\cos\left(\frac{4\pi}{T}\overline{t+\tau}\right)$ であらわされるような場合には，一つの漁場内に n か月とゞまる間に失われるものゝ割合が次の式で与えられることを示して，東支那海のマダイと長崎県下のイワシについてこの考えを確める。

$$\frac{1}{\frac{n}{2}[1+(1-f)^n]}-f=\frac{k}{12} \qquad r=1-(1-f)^n \qquad k=\frac{2b+4c}{a}$$

(昭和25年10月20日受理)

つてくることをあらわし，第 2,3 項は個体はいれかわることがあつてもこの数式で個体の数があたえられるようなでいりをあらわすものとする。このような仮定がゆるされるなれば，T 時間に漁場にはいつた個体の総数は

$$faT+b\sqrt{f^2+\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2}\frac{2}{\frac{2\pi}{T}}+c\sqrt{f^2+\left(\frac{4\tau}{T}\right)^2}\frac{4}{\frac{4\pi}{T}}$$

で，漁場で失われる数は faT であるから，漁場にはいつてきたものの中で漁場で失われたものの割合は

$$\frac{faT}{faT+2\sqrt{\left(\frac{fT}{2\tau}\right)^2+1}+4\sqrt{\left(\frac{fT}{4\pi}\right)^2+1}}=\frac{a}{a+2b\sqrt{\left(\frac{1}{2\pi}\right)^2+\left(\frac{1}{fT}\right)^2}+4\sqrt{\left(\frac{1}{4\pi}\right)^2+\left(\frac{1}{fT}\right)^2}}$$

漁場にとどまる期間を均して T' であるとすると，漁場における延個体数はあらまし

$$fT\left[a+2\sqrt{\left(\frac{1}{2\pi}\right)^2+\left(\frac{1}{fT}\right)^2}+4c\sqrt{\left(\frac{1}{4\tau}\right)^2+\left(\frac{1}{fT}\right)^2}\right]\times\frac{1}{2}T'[1-(1-f)^{T'}]$$

とかいてよく，これは又 aT である筈だから

$$\frac{a}{a+2b\sqrt{\left(\frac{1}{2\pi}\right)^2+\left(\frac{1}{fT}\right)^2}+4c\sqrt{\left(\frac{1}{4\pi}\right)^2+\left(\frac{1}{fT}\right)^2}}=\frac{1}{2}fT'[1+(1-f)^{T'}],$$

こゝで f は単位時間に失われる割合をあらわすものとする. 普通 $fT\ll 2\tau$ で $T=12$ か月だから $T'=n$ か月とし $\frac{2b+4}{a}=k$ とおくと

$$\frac{1}{1+\frac{k}{12f}}=\frac{n}{2}f[1+(1-f)^n]$$

すなわち

$$\frac{1}{\frac{n}{2}[1+(1-f)^n]}-f=\frac{k}{12}$$

としてよい. そしてこのような取扱いがゆるされるなれば，漁場で失われるものゝ割合 r もあらまし

$$r=1-(1-f)^n$$

であらわしてよい。

標識放流でも行われゝば n のおよその見当がつけられるので，単位努力当りの漁獲量が月別にわかれば，a,b,c したがつて k の値がわかるので，上の2式から r の値を計算することができるわけだ。

§ 2.

東支那海底魚資源調査要報第 3,4 巻にあがつておる数字をつかつて漁区別月別に1網平均のマダイの漁獲量を計算し，3 か月の移動平均を行つた上で $a+b\cos\left(\frac{2\tau}{T}t\right)+c\left(\frac{4\tau}{T}t+\tau\right)$ を当てはめて a, b, c のおよその値を求めて k の値をきめると次のようになる：

	漁区	a	b	c	k
トロール	5	6.3	5.9		1.9
機船底曳	6	2.1	1.8		1.7
	1	4.2	.8	1.0	1.3
	2	1.0	.4		.8
	5	1.0		.3	1.2
	6	.55	.22	.18	2.1
	7	.71	.12	.14	1.1

旧漁区 5, 1, 2, 7 は朝鮮，九州，沖縄に近く旧漁区 b はこれ等の沖合に当る。こゝのマダイは沿岸内湾で育つた幼魚が餌をもとめて洄游するものであるから，12 か月の半ば以上を沿岸に過し沖合にでるのは半ば以下であろう。かりに旧漁区 5, 1, 2, 7 に 7 か月おるとみると，$T'=7$ で $k=1.3$ だから $r=.36$ となり，旧漁区 b に 5 か月おることになるので，$T_{\prime}=5$ で $k=1.9$ だから $r=.35$ ということになる。

ところが，同じ漁区の内にも底の地形その他の理由で網が曳けない区域があるから，マダイが漁区一面にひろがつておるにしても網を曳く区域にはいつておるものは一部分に過ぎない。かりにこれが 1/2 だとすると残りの 1/2 はせいぜい .10 程度の消耗しかうけないであろうから，幼魚時代の生残率は $\frac{.64\times.90}{2}\times\frac{.65\times.90}{2}=.60$ ということになる。

本邦沖合のマダイの体長は海老名[1]の調べたところから満 1 年で 10 cm，2 年で 22 cm，3 年で 30 cm，4 年で 35 cm 前後と推定されるので，この結果を東支那海魚体測定要報第 1 巻にのせられた 419 尾のマダイに当てはめると満 1 年未満が 14，2 年未満が 201，3 年未満が 80.5，4 年未満が 90.5，4 年以上が 33 尾ということになる。4 年以上で急に減るのは前にもいつたように東支那海が幼魚の餌をとる場所であるからで成魚は沿岸に帰るためであろう。満 1 年以上 4 年未満について生残率を求めると

$$\frac{80.5+90.5}{201+80.5}=.61$$

でほゞ .60 という結果になる。

§3.

西海区調査月報第 1 巻第 1 号にあがつておる数字をつかつて揚繰網一統平均のイワシの漁獲量を漁場別月別に計算し，3 か月の移動平均を行つた上で $a+b\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)+c\cos\left(\frac{4\pi}{T}\overline{t+\tau}\right)$ を当てはめて a, b, c のおよその値を求めて k の値をきめると次のようになる：

漁場	a	b	c	k
長崎市	6.8	5.4	4.6	4.3
西彼杵郡	14.0	6.6	7.0	2.9
北松浦郡	3.6	2.6	1 24	2.8
南松浦郡	14.6	3.7	4.4	1.7
			(平均	2.9)
長崎県合計	9.5	3.2	3.8	2.3

揚繰網は表層に近く相当大きい群をつくるイワシをねらうものだから，シラス時代を磯近くで過したイワシが餌をもとめて磯を離れて沖合にでる頃に地先の沖合が揚繰網の漁場になるわけだ。冬期季節風のために沖合沿岸共に荒れる頃風波を避けてイワシが深層に潜るので一時この漁業も低調になるが，春を迎えて北方への大洄游を始める頃には再び地先の沖合にこの漁業が活況を呈する。このように考えると春の漁期に対しては n を 2 か月秋の漁期に対しては 4 か月位に見積つてよかろうから，秋の漁が春の漁よりも大きこいとを考えにいれて $n=3.5$ か月とすると $k=2.6$ だから $r=.40$ ということになる。冬期 2.5 か月は風波を避けて深層に潜むとしても残りの 6 か月というものは沿岸か沖合のどこかで過したわけで，時には流網漁場を時には定置網漁場をさまようこともあるであろう。しかしイワシ漁業の中では集魚灯をつかう揚繰網漁業が最も能率的であることを思うと，残りの 6 か月間に失われるものゝ割合はおそらくは .1 とか .2 とかいつた程度であろう。したがつて 1 か年生延びるものの割合も .48～.54 ということになる。ところがシラス

1) 海老名謙一：真鯛の系統に関する研究，瀬戸内海産と外海産（宮崎県）との比較（予報）日本水産学会誌 6(4) 昭和 12 年

時代を過ぎて大洄游を始める前のイワシがさまよう場所にはどこでも揚繰網漁業が行われておるわけでもないので，本邦近海のイワシ全体についていえば生残率はこの値よりもいく分大きいであろう。かりに大洄游にはいる前のイワシの 2/3 は長崎県下同じ程度の消耗をうけるがその他の 1/3 は1か年の消耗割合が .20～.35 であるものとすると，本邦のイワシ全体としては生残率が .54～.63 となるからごく大ざつぱにいつて生れた年の夏から翌年の夏までの1か年生延びるものゝ割合は .60 前後と判断できる。

西海区調査月報第1巻第2号の体長測定表では1月乃至3月には 14.3, 18.8, 21.3 cm 級の前後にモードが認められるから，ごく大ざつぱではあるが 16.3 cm 級以下のものが過去1か年間揚繰網の対象となつたもので 16.8～20.3 cm 級のものがそれよりも1年年上のもので 20.8 cm 級以上のものが2年以上年上のものとみると，同じ月報の第 1, 2 号の体長測定表からそれぞれ 1159, 370, 901 尾という結果をえる。この場合には六月から翌年三月までの測定であるからこれに四，五の両月の測定を加えれば中型魚がが最も多く追加される筈である。長崎県下の揚繰網漁業では四，五両月に1か年の漁獲量のほゞ 1/8 をあげるので，この過半が中型魚であるとすると1尾平均重量の増加を考えに入れて六月から翌年三月までの漁獲尾数の1割程度の中型魚が四，五両月に漁られるように考えられる。そこで測定された 2430 尾の約1割に当る 240 尾の内中型魚が 160 尾大型魚が 80 尾として 16.3 cm 級以下が 1159, 16.8～20.3 cm 級が 530, 20.3 cm 級以上が 981 とする。

したがつて揚繰網漁場で1か年後に生残るものの割合は 530/1159=.46 というわけだが，シラス時代を過ぎて沖合にでて餌をあさるイワシは春を迎えて北方の海に移つていくが 1, 2 年の後には親魚となつて再び南方の産卵場に帰るのであるから，南方の漁場では中型魚が割合に少ないことになるのでこの値はいく分小さすぎるようだから前にえた .48～.54 という値はほゞ正しい値といつてよかろう。大型魚の生残率を ρ とかくと $.46\frac{\rho}{1-\rho}=\frac{981}{1159}$ としてよいから $\rho=.65$ となる。この値は揚繰網漁場にはいらない場合に1か年に失われるものの割合が .20～.35 であるとした前の仮定と矛盾しないとみてよかろう。

東支那海黄海に於けるプランクトンの分布に就て*
第二報 1949~1950 年春期のプランクトンに就て

千 葉 卓 夫
(第二水産講習所)

On the Distribution of the Plankton in the Eastern China Sea and Yellow Sea.
(II) Observation on the Plankton in Spring during the period 1949-1950.

TAKUO CHIBA

This is the second report of my observation on the plankton in the Eastern China Sea and Yellow Sea. This observation has been studied from April to June, for the years 1949~1950.

The methode employed in the present work was the same at that the former investigation, the plankton samples were obtained by vertical hauls and filtered through a plankton net made of 20 bolting silk at 22 fishining grounds.

As dominants species in phytoplankton the following kinds can be recorded; *Coscinodiscus janishii* and *C. asteromphatus* at April, *Rhizosolenia hebetata f. semispina*, *R. alata f. indica*, *R. alata f. gracillima* at May, *Stephanopyxis Palmeriana*, *Thalassiothrix longissima*, *Chaetoceras* spp. at June.

In zooplankton *Paracalanus aculeatus*, *Oithona similis*, *Nauplii of Copepoda* can be seen from April to June. Other kinds different from above mentioned can be recorded namely *Noctiluca scintillans*, *Peridinium divergens* at May, and *Oikopleura longicauda*, *Doliolum nationalis* at June.

I 緒 言

筆者はさきに (1949) 東支那海の春期のプランクトン組成についての研究を発表したが，今回更に未調査の漁場から多くの資料を集蒐し得たので，判明した漁場について主としてプランクトンの分布状態についての研究結果を発表する。観測採集は本所の高井，三木，小林，鶴田の諸氏が日魯漁業株式会社の第二，第九あけぼの丸に乗船して行つた。また農林省監視船，初鷹丸松尾文雄氏及び第七あけぼの丸広田英雄氏にも採集を依頼し，得た資料を供試した。本研究調査のため援助を賜つた初鷹丸船長及び松尾文雄氏，第二，第七あけぼの丸船長及び広田氏並に直接乗船採集を行つた高井，三木，小林，鶴田の諸氏，小形，河村の学生諸君に対し深甚の謝意を表す次第である。

II 漁場及び日時

調査材料は 1949~1950 年4月より6月に採集したものである。漁場は漁期の関係上 Mac-line のスマトラ群島以南が多かつた。漁場及び日時は第1図第1表に示した通りである。但し漁場は便宜上農林省漁町番

* 第二水産講習所研究業績第 24 号
昭和 25 年 9 月 28 日受理

Fig. 1 Showing the fishing ground

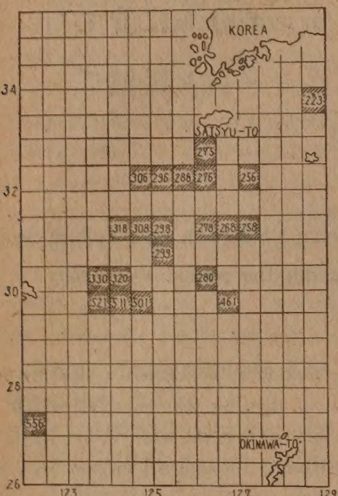


Table. 1 Investigation period and fishing ground.

Investigation period	Fishing ground.
1949. 4. 8—4. 10	256, 275, 286, 296, 306, 318 308, 298, 278, 268, 258,
6. 3—6. 18	461, 556, 501, 511, 320, 521, 330, 280,
1950. 4. 1—4. 3 4. 11—4. 14	296, 286, 278. 308, 299,
5. 5—5. 7	276, 223,

号で表はした。採集にはプランクトンネット，口径 30 cm，長さ1米，ミューラーガーゼ 20 番製を使用し垂直採集を行い，フォルマリンで固定したものを検鏡した。調査漁場及び採集月日は操業の関係上種々異なり，支那沿岸漁場特に 556 区及び 223 区などは隣接漁区でなく，且つ広範囲に亙るものであるから，別のシリーズとして取扱う方が妥当であると考察される点もあるが，筆者は東支那海の対馬海流を外洋の一つの環境の等しい範囲と見做して考察することにした。猶お 1949 年の 5 月の資料は漁船の関係で採集出来なかつたのは重大な時期だけに甚だ残念である。

Ⅱ 春期のプランクトン組成（第2表）

1. 4月のプランクトン

1949 年 4 月に於けるプランクトン組成は猶簡単で，最も多く種類が出現した 286 区でも総数 29 種，他の漁区では 6～18 種が出現したに過ぎない。1950 年の同期に於てもプランクトンの種類は更に少く特に植物性プランクトンは貧弱である。植物性プランクトンの中重要な種は大型の *Coscinodiscus janishii* が両年度に共に優勢だつたのみで，*Nitzschia seriata*, *Chaectoceras* sp. *Rhizosolenia hebetata f. semispina*, *R. alata f. indica*, *Corethron pelagicum* 等が，多くは暖流系のプランクトンが主であるが，何れも未だ多量には出現していない。沿岸性プランクトンの *Stephanopyxis palmeriana*, *Chaetoceras didymus*, *Thalassiothrix nitzschioides*, *T. longissima*, *Ditylium Brightwelli*, *Asterionella japonica*, *Dactyliosolen tenuis* 等も出現するが量は尠い。*Cosmopolitan* のものに *Bacteriastrum uariens*, *Chaetoceras decipiens*, 温水性のものに *Rhizosolenia robusta*, *R. stiliformis*, *R. Calcar-avis*, *Biddulphia sinensis*, *Hemiaulus Hauckii* が僅か出現している。動物性プランクトンは植物性プランクトンより稍々複雑ではあるが，春期の組成では最も簡単である。この中，重要な位置を占めるものは橈脚類で *Paracalanus aculeatus*, *Oithona similis* が多く出現した。次いで暖流系の *Corycaeus speclosus*, *Calanus helgolandicus*, *Lucicutia flavicornis* 及び *Corycaeus anglicus* 等が出現したが数量的には貧弱である。*Nauplii of Copepoda* 及び魚卵も多く出現したが魚卵中でも特徴のある *Macrurus* の卵が特に多かつた。*Oithona plumifera*, *Setella gracilis*, *Centropages bradyi*, *Microsetella rosea*, *Oncaea mediterranea*, *Noctiluca scintillans*, *Oikopleura dongicauda O. dioica*, *Sagitta enflata* 等が僅か出現した。Cosmspolitan • *Muggiaea atlautica* が 299 区で急激に出現した。*Dinophysis homonculus* は単独のものよりも二個体の附着したものが多く出現した。

2. 5 月のプランクトン

5 月には 1950 年 276, 223 区の調査を施行したに過ぎないので資料は稍々不充分であるが，プランクトン組成は 4 月より稍々複雑になり，特に植物性プランクトンでは種類により旺盛な増殖を行うものがある。暖水性の *Rhizosolenia hebetata f. semispina R. alata f. indica, R. alata f. gracillima* が多量に出現した。*Bacteriastrum variens, Chactoceras decipiens, C. peruvianum, Rhizosolenia acuminata* も 4 月より数量的に稍々多くなつている。5 月に新に出現したものに *Chactoceras* Spp. *Bacillaria paradox* 等があり，反対に 4 月より劣勢或いは消滅したものに *Coscinodiscus janiishii, Corethron pelagicum* がある。動物性プランクトンでは 5 月の優勢種として *Peridinium divergens, Noctiluca scintillans, Ceratium* Sp. *Oithona similis* が挙げられ，*Oithona plumifera, Microsetella rosea, Setella gracilis Corycaeus speciosus Salpa* sp. 等は 4 月より多少増加を示した。新たに暖流系の *Eucalanus oculanus, Oncaca venusta, Sarcia* sp. *Doliolum* sp. が出現した。

3. 6 月のプランクトン

6 月には 4, 5 月より遙かに複雑な組成を示した。即ち 556 区で総数 72 種，501 区で 56 種，511 区で 4 種が出現した。このプランクトンの組成から支那沿岸区は最も複雑で，北上するに従つて稍々簡単になる。6 月に増加したものに *Chaetoceras didymus, Rhizosolenia semispina, R. calcar-avis, Bacteriastrum varians, Coscinodiscus* spp. 動物性プランクトンに *Sticholonche zanclea, Calnus helgolandicus, Oikopleura longicauda Corycaeus obtusa, Doliolum nationalis* 等がある。反対に劣勢になつたものに植物性プランクトンに *Rhizosolcuia alata f. indica, R. alata f. gracillima*, 動物性プランクトンに *Noctiluca scintilans, Peridinium divergens, Ceratium tripos, Salpa mucronata, Sagitta* sp. 等がある。*Oithona similis, Paracalanus aculeatus, Nauplii of Copepoda* は依然として優勢を示した。新たに出現した種に *Chactoceres densum, Rhizosolenis Stolterfothii R. setigera, Climacodium biconcavum, Eucampia zoodiacus, Lauderia borcalis, Plauktoniella sol, Corataulina Bergonii, Ditylium Brightwelli., Leptocyliudrus danicus, Triceratinm favus.* 及び藍藻類の *Anabaena Fros-aquae* 等があるが，これらは殆んど沿岸性のプランクトンが主である。

動物性プランクトンでは *Peridinium oceanicum, Pyrophacur horologicum, Ceratium* spp., *Tintinnopsis* sp. *Aulacantha scolymantha* 等がある。

Ⅳ 考　　察

此の調査は 1949～1950 年の 4～6 月の資料について行つたものである。4 月の各漁区のプランクトン組成は未だ簡単で，特に植物性プランクトンは貧弱であり，冬期の組成と余り変化を認めない。5 月には動植物性プランクトン共に種類によつては異常繁殖を示すものがある。プランクトン総数 47 種が出現したが，数量の点では遙かに 4 月より多い。5 月の該区は春期増殖期に入るものゝ様で，特に *Rhizosolenia* 属に於て顕著で *Rhizosolenia hebetata f. semispina, R. alata f. indica, R. alata f. gracillima* が急激に増殖した。6 月には更に組成が複雑になり，植物性プランクトン 34 種，動物性プランクトン 68 種，総種類 102 種が出現し，種類も数量も他の月の比でなく，恐らく，東支那海のプランクトンの出現種数の最大を示し，春期最盛期を呈するものと推定される。秋冬期性の *Corethron pelagicum, Planktoniella sol Acanthometron pellucidium* 等は春期には何れも劣勢種として挙げられる。

Peridinium は一般に冬季に著しい増殖を見るものと知られているが，東支那海では 5 月に繁殖を呈した。漁区 461 区及 556 区のプランクトン組成は全々趣を異にし，前者は暖流性のプランクトンが多く，後者に於ては沿岸性プランクトンで構成されることから水塊の明瞭な差が認められ，前者は黒潮水塊を指標し，後者は支那沿岸水塊を指標するものと思考される。相川氏は (1936) 黒潮とその反流の境には *Doliolum* や

Salpa の集積されることの多いことを指摘しているが，この調査でも 556 区，327 区等で同じやうな現象が認められ *Doliolum nationalis*, *Salpa mucronata* の外に *Oikopleura longicauda* が他の漁区との出現量の点に於て著しい差が認められた。これらは対馬水塊と沿岸水塊との接触を標示するものと推定される。

V 摘　　要

1) 4 月のプランクトン組成は簡単で 5, 6 月の春期増殖期に至ると複雑になる。

2) 植物性プランクトンの優勢種として 4 月には *Coscinodiscus janishii*, 5 月には *Rhizololenia hebetata f. semispina* *R. alata f. indica*, *R. alata f. gracillima*, 6 月には *Stehanopyxis palmeriana*, *Chaetoceras neapolitatum* が挙げられる。

3) 動物性プランクトンの優勢種としては *Paracalanus aculeatus*, *Oithona similis*, *Nauplii of Copepoda* が春期の各月共に出現した。

4) 以上の共通種の外に 5 月には *Noctiluca scintillans*, *Peridsnium divergens*, *Ceratum tripos*, 6 月には *Oikopleura longicauda*, *Doliolum nationalis* が多く出現した。

5) 6 月は春期最盛期を示しプランクトンの出現総数 102 種を数へた。

6) 春期の該区の組成は暖流性のプランクトンで構成される外に多くの沿岸性プランクトンの混入を認めた。

文　　献

1. Steuer　: 1910 Planktonkunde
2. 相川　広秋 : 1942 海洋浮游生物学
3. 松井，高井 : 1949 東海黄海に於ける重要魚類の生態学的研究　第二水講，研報，1 巻 1 号
4. 千葉　卓夫 : 1949 東支那海黄海に於けるプランクトンの分布に就て　第二水講，研報，1 巻 1 号
5. 水産講習所 : 1914 浮游生物検索図解
6. 飯塚　篤 : 1949 北海道に於ける浮游鞭藻類特に Ceratium 属の分布に就て　北水，試報，3 号

東支那海黄海に於けるプランクトンの分布に就て*

第三報 1948~1949 年秋期のプランクトン組成

千　葉　卓　夫
（第二水産講習所）

On the Distribution of the Plankton in the Eastern China Sea and Yellow Sea.

(III) Observation on the Plankton in Autumn during the Years 1948-1949

Takuo Chiba

This is the third report of my observation on the plankton in the Eastern China Sea and Yellow Sea. This observation has been studied from October to December, for the years 1948-1949.

The plankton samples here dealt with were obtained by vertical hauls at 11 fishing grounds.

As dominant species in phytoplanktons, can be recorded as the following. *Coscinodiscus* sp., *Corethron pelagicum* at 1948, and *Biddulphia sinensis*, *B. aurita*, *Planktoniella sol*, *Coscinodiscus janishii*, *Ditylium Brightwelli* at 1949. In zooplankton *Oithona similis*, *Palacalanus aculeatus*, *Salpa mucronata*, *S. democratica*, *Nauplii* of *Copepoda*, *Veliger larvae* and several kinds of Foraminifera can be seen.

Generally the phytoplankton are very variable but the zooplankton not so variable through the both years. Considering from the fact that the composition of the plankton consisting of only several kinds of tempolate oceanic planktons and on the contrary consisting of rather many littoral planktons, I imagine that the influence of the water of China regions and the West Corean Strait is very great.

I. 緒　　言

筆者は 1947 年以来東支那・海黄海の調査研究を行い既に春期のプランクトン組成について報告したが，本文はその第3報にあたるもので，今度 11 漁区について秋期のプランクトン組成が判明したので，主としてプランクトンの分布及び季節的変化について報告する。観測採集は本所の高井・三木両氏及び日魯漁業会社の広田英夫氏が乗船して行つた。本論に入るに先だち，本研究のため援助を賜つた大洋漁業，日魯漁業株式会社に対し深甚の謝意を表す次第である。

II. 漁　場　及　び　日　時

資料は 1948 年及び 1949 年の 10 月より 12 月に採集したものを供試した。調査漁場は漁期の関係上キグチ (*Pseudo-Sciaena manchurica*)，タチウオ (*Trichiurus japonica*) 及びニベ (*Sciaena albiflora*) の盛期である済州島以南の漁区が多かつた。採集はプランクトンネットを使用し垂直採集を行つた（口径 30cm,

* 第二水産講習所研究業績第 25 号

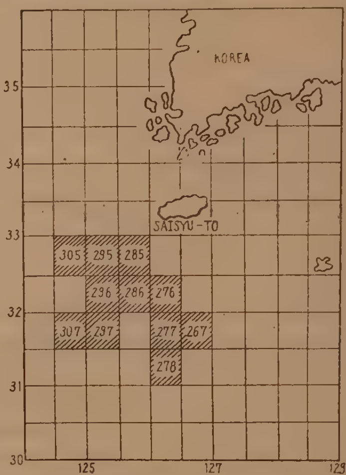
昭和 25 年 10 月 10 日受理

長さ 1 m，ミューラーガーゼ No. 20 を使用)．漁場は農林省漁区によつて示し，漁区及び採集日時は第1表，第1図に示す通りである。

Table 1. Investigation period and fishing ground

Investigation period	Fishing ground
1948 10.22—24	284，286
11.22	295，
12.2	296，
1949 10.3—10	286，277，278，
10.28—31	267，297，307，
11.1—11.2	296，286，
12.12	295，

Fig 1. Showing the fishing ground.



Ⅱ. プランクトン組成（第2表）

1. 植物性プランクトン

植物性プランクトンの中，主なるものは硅藻類で1948年に13種，1949年28種が出現したが大部分が硅藻類で藍藻類は2種出現したに過ぎない。之と動物性プランクトンの組成と比較すると甚だ簡単である。硅藻類中重要なものには '48年に *Coscinodiscus* Sp. 及び *Cosethron pelagicum*，'49年には稍々組成が変り，*Biddulphia sinensis*，*B. aurita*，*Planktoniella sol*，*Coscinodiscus janishii*，*Ditylium Brightwelli*，*Corethron pelagicum* が挙げられる。以下重要な種類について季節的変化を述べる。沿岸性の *Biddulphia sinensis*，*B. aurita*，*Thalassiochrix nitzschioides* は '48年度には出現頻度は少く，'49年10，11の両月には稍々増加し12月下旬には消滅した。*Chaetoceras spp.* は両年度共に多くは出現せず，本期間中には該種は余り増殖しないものと思考される。Cosmopolitan で沿岸性の *Planktoniella sol* は前年度は尠かつたが '49年特に12月には多く出現し優勢を示した。*Coscinodiscus spp.* は春期のみならず，本期に於ても重要な位置を占め，'48年には *Coscinodiscus asteromphalus*，'49 には *C. janishii* が優勢種として出現した。沿岸性の *Ditylium Brightwelli* は '48年の各月共出現度は尠なつたが '49年には稍に優勢を示し，特に12月には最高出現量を示した。沿岸性の *Eucampia zoodiacus*，*Triceratium favus*，*Asterionella japonica*，*Dactyliosolen tenuis*，*Nitzschia seriata* は何れも '48年には出現しなかつた種で，'49年に10，11月に散見された程度である。*Nitzschia seriata* は異種混合区域に多量に発生する種であると相川氏（1933）が報じているが，年変動の為めか調査水域には尠かつた。*Rhizosolenia* 属では暖海性の *R. robusta Norman* が '49年10月僅か出現した。*R. hebetata f. semispine* は春期増殖した種で，'49年には10月の出現量は少いが11月再び小増殖し12に月は消滅した。亦 *R. alata f. gracillima* は春期優勢種の一であつたが本期には劣勢を示した。*Corethron* 属は暖流型の *Corethron pelagicum* が多く出現し両年度共に重要な位置を占め，該区の代表種に挙げられる。本種は10月より11月に増殖し，12月には最高出現量を示し秋冬期性のものである。藍藻類の *Tricodesmium spp.* は相川氏により（1933）東海の黒潮水塊の指標種として挙げられたものであるが，286区に限定されて出現したのは本期の分布範囲の北の限度を示すものと思考される。

2. 動物性プランクトン

動物性プランクトンの組成は春期のそれに次いで複雑で総数種で構成される。動物性プランクトンの中，

重要なものは撓脚類，放散虫類，鞭藻類，被嚢類，毛顎類及び各種幼虫等である。その中，撓脚類は 22 種，鞭藻類は 13 種を占めている。撓脚類中重要な種は *Paracalanus aculeatus*, *Oithona similis* で共に春期の優勢種であつたが，本期に於ても猶ほ優勢を呈した。これ等の種は東支那海に於ては周年出現するものと思考される。

暖海性の *Oithona plumifera* は '48 年には *O. similis* に次いで優勢を示したが '49 年には稍々劣勢となつた。*Miccosetella rosea*, *Setella gracilis*, *Lucicutia flavicornis*, *Calanus helgolandicus*, *Rhincalanus nasutus* 等は暖流系のものであるが何れも出現頻度は尠かつた。*Corycaeus spp.* は出現した種類は多いが量は少く，*Eucalanus oculanus*, *E. elongatus*, *Euterpe acutifrons*, *Euchaeta marina*, *Acartia clausi*, *Centropages bradyi* 等も出現度は僅少であつた。被嚢類中では *Oikopleura longicauda* は '49 年の 10, 11 月に多量に出現し，*Salpa mucronata* は 10 月に急激に出現した。放散虫類の *Acanthometron pellucidium* は '49 年に出現し，春期重要な位置を占めた *Sticholsnche zauclea* は '48 年には出現せず，'49 年は減少の傾向にあり，12 月には消滅した。*Gazelleta hexanema* は '49 年に稀に出現した。鞭藻類中では春期大増殖した *Noctiluca scintilans* は劣勢になり，特に '49 年には全然出現しなかつた。これは春夏期性のものと云えよう。

Ceratium 属も種類は多いが量は尠く，春期優勢を示した *C. massiliens*, *C. furca*, *C. fusus* 等は本期に減少の傾向を示した。其の他暖海性のものに *Dinophysis homonculus*, *Pyrocystit lunla*, *P. fusiformis* 等が僅か出現した。

有孔虫類は '49 年の 10 月多くの種類が出現したが，これについては別の機会に発表の予定である。腔腸類の *Muggiaea atlantica*，被嚢類の *Salpa* と同様に '49 年 10 月に急激に出現した。幼虫の中撓脚類の幼虫は各種魚卵と共に各月共に多量出現した。魚卵の中 *Macrura* の卵が多く出現したことは該魚族の繁殖と密接な関係のあることを示唆するものである。

Veliger larva は各月共比較的多く出現したが後年の 12 月に多かつた。其の外 *Gastropoda larva*, *Polychaeta larva*, *Bractsyura larva* 等が挙げられるが，これ等は重要なものではなかつた。*Ophiopluteus* は '49 年 10 月に珍らしく出現した。

Ⅳ 考　　察

相川氏は 1933 年 10 月の調査に於て東支那海の植物性プランクトンの指標種として *Coscinodiscus sp.* *Biddulphia sp.* 南部に於てトリコプランクトン及び *Rhizosolenia styliformis* 北上するに及び *R. alata* に替ると発表したが，当然の組成とは大部分変動が認められた。即ち *Rhizolenia alata* は秋期より寧ろ春期に大増殖を見た種で，本期には出現頻度は尠かつた。但し *Coscinodiscus sp.* *Biddulphia sp.* は当時の組成と余り変化が見られないものゝ様である。今度の調査により秋期の優勢種として *Biddulphia sinevsis*, *B. aurita*, *Plauktoniella sol*, *Coscinodiscus janishii*, *Ditylium Brightwellii*, *Corethron pelagicum* を挙げることが出来る。動物性プランクトンでは *Paracalanus aculeatus*, *Oithona similis*, *Salpa mucronata*, *Muggiaea atlantica*, *Acanthometron pellucidium*, *Nauplii of Copepoda*, *Oikopleura sp.* 等が優勢種として挙げられる。

黒潮水塊の分派では沿岸水の影響が著しいことを相川氏を指摘したが，今度の調査に於ても該区に於ては沿岸性プランクトンの混入が著しいことがら，該区は暖流の影響は大部弱まる支那沿岸水塊及び西鮮海流の影響が大きい水域と思考される。

Ⅴ 摘　　要

1. 本期のプランクトン組成は春期に次いで複雑であるが，植物性プランクトンは動物性プランクトンに比し簡単な組成である。

2. 出現した植物性プランクトンは総数 31 種で '48 年には 13 種，'49 年に 26 種が重要な種を除いては貧弱であつた。

3. 動物性プランクトンは総数 67 種，'48 年には 38 種，'49 年に 52 種が出現し組成も稍々複雑であつた。

4. 植物性プランクトンの優勢種は '48 年には *Coscinodiscus sp. Corethron pelagicum*，'49 年には *Biddulphia sinensis*, *B. aurita*, *Planktoniella sol*, *Coscinodiscus janishii*, *Ditylium Brightwelli* であつた。

5. 動物性プランクトンでは '48 年には *Paracalanus aculeatus*, *Oithona similis*, *O. plumifera*, *Nauplii of Copepoda*，'49 年には前述の外に *Salpa* mucronata, *Muggiaea atlantica*, *Velliger larva* 及び有乳虫類の挙げられる。

6. 秋期のプランクトンは純粋の暖外洋性のものは尠なく，多くの沿岸性プランクトンの混入が認められた。

文　献

1. Steuer : 1910 Planktonkunde
2. 相川広秋 : 1942 海洋浮游生物学
3. 千葉卓夫 : 1949 東支那海黄海に於けるプランクトンの分布に就て 第二水講研究報告第1巻第1号
4. 松井•高井: 1949 東海黄海に於ける重要魚類の生態学的研究 第二水講研究報告第1巻第1号
5. 山田鉄雄 : 1933 朝鮮海峡に於ける暖流性プランクトンの分布と海況とに就て 日本水産学会誌第1巻第6号

食品の鮮度測定法に関する研究　第3報
魚肉の揮發性鹽基の水蒸氣蒸溜による一新定量法*

富山哲夫・井出克己・秋山　勉
（九州大学農学部水産化学第一教室）

Studies on the method for testing the spoilage of foods (III)
A new steam-distilling method for the determination of volatile base in fish flesh

Tetuo TOMIYAMA, Katsumi IDE and Tsutomu AKIYAMA

A new steam-distilling method has been presented for the determination of the volatile base-N in fish flesh. Data have been presented showing that the fish muscle brei on direct steam distillation at either pH 7.6 or 9.0 gave value of about 145 % of that obtained by the vacuum method, whereas a 1-3 % trichloracetic acid extract of the brei gave value of nearly the same as that by the vecuum method, irrespectively of the freshness of the sample used.

The procedure for the determination is as follows: To a 16-g. portion flesh brei are added 100cc. water intimately mixing. Then 50cc. of 7 % trichloracetic acid are gradually added with a constant stirring, followed by the filtration with a dry filter paper. The filtrate is subject to the steam distillation using the apparatus shown in Fig. 1. Firstly, 5 cc. of n/14 H_2SO_4 are taken in the distillate-receiving tube, E, Which is connected to the cooler, C, as shown in Fig. 1. Then, a 50-cc. portion of the filtrate is poured into the inner tube of the apparatus, D, and 10 cc. of 10 % potassium carbonate are added. Next, the steam is passed into the inner tube by way of the steam jacket. when the distillate amounts to 40cc., the receiving tube is disconnected. The sample remained in the inner tube of the apparatus, D, is drawn out into the outer jacket by clamping both c_2 and c_3. Through the receiving tube carbon dioxide-free air is passed for longer than three minutes. An excess acid remained is titrated with n/28 NaOH using methyl red as indicator. The mg.% value for volatile base-N can be calculated by equation (1) or approximate equation (2). The above procedure enables us to reduce the time required for one determination to about one-fourth of that required for the vacuum-distilling procedure.

I　緒　　言

魚肉の鮮度の化学的判定法としては，トリメチールアミン及び揮発性酸の値が適切であると最近報告されているが[1]，揮発性塩基の定量値が鮮度の判定に極めて有力であることは既に多数の研究によつて確認されている。従て食品検査指針[2]にもこの定量が「水産食品の鮮度腐敗検査法」として採用されている。

しかしこの公定法，即ち通氣法或は減圧法を実施しようとすれば，一回の定量に前者は $2^1/_2$ 時間，後者は $1^1/_2$ 時間を要するので，多数試料の定量には甚しく不便である。之等の方法による定量が長時間を要し

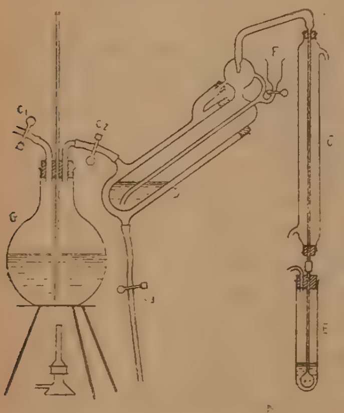
* 九州大学農学部水産化学教室並に水産実験所業績．本研究の概要は昭和 26 年 11 月 6 日福岡に於ける日本水産学会大会で報告した。昭和 26 年 11 月 22 日受理．（印刷費負担）

ている理由は，いずれも 45°C. 以上の蒸溜温度では揮発性塩基が新生するのを懸念して，この温度以下で操作するように注意しているためである。しかしもしこの揮発性塩基の二次的発生の原因となる物質が大きな含窒素分子であるとすると，除蛋白液について定量を行えば，45°C. 以上で操作しても誤差は余り大きくないであろう。

依て著者等は既に富山がミクロケルダールの蒸溜及び硫化水素の定量に応用してきた水蒸気蒸溜装置を使用し，先ず除蛋白しない場合の誤差の大きさを求め，次に除蛋白剤として三塩化醋酸を用いた場合について種々吟味してみた。その結果前記の推察が正しいことを確かめたので，水蒸気蒸溜操作の導入によつて定量時間を従来法の約 $^1/_4$ 程度に短縮することに成功した。

I 定 量 方 法

a) 水蒸気蒸溜装置：装置の配置は Fig. 1 に示す通りであるる。蒸溜器 D の部分については既に報告したが[3]，本定量には内管の径は約 5.5cm.，外管の径は約 8.0 cm. の大型のものが便利である。当研究室で従来用いてきた窒素蒸溜装置と比べると，冷却管の先端にガス吸収用散気管を連結し，これを図のように大型試験管（径 4 cm.）E に挿入する点が異つているのみである。



b) 試料の調製：供試肉 16.0g. を乳鉢に移し，適量の海砂を加えてよく擂砕し，蒸溜水 100cc. を少量づつ添加しつゝよく均一な懸濁液とする。次に 7 % 三塩化醋酸 50cc. を攪拌しつゝ混和した後，乾燥濾紙で濾過し，濾液 50cc. を水蒸気蒸溜にかける。

c) 蒸溜及び滴定：先ず蒸溜受器(大型試験管) E に n/14 硫酸 5 cc をとり，ガス吸収用散気管を備えたゴム栓をし，散気管を冷却管 C の末端に連結しておく。前記の三塩化醋酸抽出濾液の 50cc. を漏斗 F を通じて蒸溜器に入れ，次に 10 %炭酸加里 10cc. を加える。他方，予めピンチコック C_2 及び C_3 を開いた後，水蒸気発生機 G のピンチコック C_1 を閉じて，水蒸気を蒸溜器 D の外管に通す。充分に外管が熱せられ，コック C_3 の外端から蒸気が出るようになれば，C_3 を閉じて蒸溜を開始する。供試液の種類によつては最初に発泡が著しい場合があるので，蒸溜の始めにはコック C_1 或は C_3 を調節して泡が冷却管に昇らないように注意する必要がある。水蒸気を通じて約 5 分間蒸溜し，溜出液が約 40cc. となれば，受器をはずし，之に約 1m. のソーダ石灰管を通した空気を 1 分間600～700cc. の速さで 3 分間以上通じる。かように炭酸ガスを除いた後，n/28 苛性ソーダでメチールレッドを指示薬として滴定し，揮発性塩基窒素量を (1) 式或は近似的には (2) 式により算出する。なお蒸溜を完了した蒸溜管の洗滌は次のように行う。コック C_1 を開き C_2 を閉じると，蒸溜外管の自然冷却により内管の液は外管に吸引されるので，次に C_2 を開き F より蒸溜水を適当量加え，再び C_2 を閉じて洗滌液を外管に吸引し，次に C_3 を開いて排出する。

$$(T-t)\times f\times 0.5\times\frac{150+16\,M}{50}\times\frac{100}{16}=\text{Volatile base-N in mg.\%}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

Where, T ; titre of n/28 NaOH required for neutralization of 5cc. n/14 H_2SO_4 in blank experiment, t ; titre of n/28 NaOH required for back titration of remained acid after the distillation, f; the factor of n/28 NaOH M; the moisture content of the sample specimen in per cent. In case of flesh containing moisture ranging from 60 % to 90 %, the following simpli-

fied equation can be used within the error of 3%.

$$(T-t)\times f\times 10 \fallingdotseq \text{Volatile base-N mg. \%} \cdots\cdots\cdots (2)$$

Ⅲ 実験結果及び考察

1. 除蛋白せずに直接水蒸気蒸溜する場合の誤差

充分に擂砕したサバ肉 5g. を 20cc. の水に懸濁させ，フェノールフタレン数滴を加えて Fig.1 に示した蒸溜器に移し，酸化マグネシヤ懸濁液を赤色になる迄加えてから水蒸気を通じて蒸溜し，揮発性塩基の溜出速度を求めた。その結果は Table 1 の Exp. 1 にみられるように，減圧法値に比して水蒸気蒸溜値は常に過大であり，しかも蒸溜時間を延長すると少量宛の塩基性物質が溜出して一定値を示さなかつた。この操作の内で酸化マグネシヤ懸濁液を一定量添加することは困難であつたから，硫酸マグネシヤ 1g. と 5% NaHO 2cc. とを蒸溜管に加えて水酸化マグネシヤをつくり，その飽和状態で蒸溜することを試みた。その結果を酸化マグネシヤの場合と比較してみると，Table 1 の Exp. 2 及び 3 に示したように蒸溜量に於てもまた速度に於ても殆ど差がなかつた。

Table 1 The rate of steam distillation of the volatile base of muscle brei and of ammonia in the presence of muscle brei. Values given are the sum of values for distilled volatile base obtained at every 5-minutes intervals.

No. of expt.	Sample \ length of distillaton	5 minutes		10 minutes		15 minutes	
		n/28 NaOH cc.	as % of stand. value*	n/28 NaOH cc.	as % of stand. value*	n/28 NaOH cc.	as % of stand. value*
1	5g. mackerel flesh+20 cc. H_2O+MgO	4.13	137	4.28	143	4.43	147
2	5g. mackerel flesh+20cc. H_2O +1g. $MgSO_4$·7Aq.+2cc. 5% NaOH.	2.98	127	3.36	143	3.67	155
3	5g. whale flesh+40cc. H_2O+2g. $MgSO_4$·7Aq.+4cc.5% NaOH.	2.00	109	2.20	120	2.40	131
4	5g. mackerel flesh+20cc. H_2O +5cc. 5% Borax (pH 7.6).	2.40	105	3.06	134	3.35	147
	5g. mackerel flesh+20cc. H_2O +5cc 5% Borax+7 drops 8% NaOH (pH 9.0).	2.90	127	3.14	138	3.30	145
5	20cc. $(NH_4)_2SO_4$ (theor. 2.71cc. n/28).	2.73	101	2.73	101		
	20cc. $(NH_4)_2SO_4$+5g. mackerel flesh brei+1g. $MgSO_4$·7Aq+2cc. 8% NaOH.	5.98	Difference amounts to 103% of theor.	6.30	Difference 101% of theor.	6.52	Difference 102% of theor.
	20cc. H_2O+5g. mackerel flesh brei+1g. $MgSO_4$·7Aq.+2cc. 8% NaOH.	3.55		3.55		3.75	

* Standard value is that obtained by the standard vacuum-distilling method.

次に以上のような過大値を除く方法としては，アルカリ度を減じて蒸溜することが考えられる。依て硼酸緩衝液を魚肉粥に加えて pH 7.6 及び 9.0 に調節した後，蒸溜したところ，Table 1 の Exp. 4 に示すように蒸溜時間を長くすると少量づつ塩基性物質が溜出するので，過大値を除くことはできなかつた。

他方，硫酸アンモニヤ溶液を同様の条件で本装置によつて蒸溜した結果は，Table 1 の Exp. 5 に示したようにアンモニヤは5分間で溜出し，また魚肉粥の存在は蒸溜時間には全く影響がなかつた。従て蒸溜の延

長と共に徐々に溜出する塩基は蒸溜中に魚肉より新生するものであろう。

之等の実験ではいずれも蒸溜初期に発泡が著るしく蒸溜速度の吟味に困難があつたので，消泡剤としてエタノール，ブタノール，オクチールアルコール及び流動パラフィンを試みたが，流動パラフィン以外は效果がなかつた。流動パラフィンもアルカリ性で蒸溜すると，パラフィン自身が多少溜出し，滴定の終点を不鮮明にする欠点があつた。

以上の吟味から擂砕肉を直接に微アルカリ性で蒸溜する方法は，蒸溜中に発泡するので操作上からも困難なだけでなく，pH の調節に注意を払つてもなお過大値を与えるので，改良の余地のないことがわかる。

2. 三塩化醋酸による除蛋白濾液についての定量値

魚肉そのまゝを微アルカリ性で水蒸気蒸溜すると過大な結果を与えたが，100°C. で揮発性塩基を発生する物質がもし大きな分子であれば，除蛋白剤によつてこの誤差原因を除去しえられる筈である。依て公定法に従つて三塩化醋酸（TCA と略記する）で除蛋白した液 50cc. に 2g. の $MgSO_4 \cdot 7Aq.$ を混和して蒸溜管に加え，次に 10 % NaOH 5cc. を添加してから蒸溜してみた。しかしこの場合にはメチールレッドの変色点が極めて不鮮明であつた。依て試みに 2 % TCA 50cc. を同一条件で蒸溜したところ，メチールレッドの赤色から橙黄色迄の変化に n/28 NaOH の約 1cc. を要した。またこの蒸溜液にバリタ飽和液を加えると，著明な $BaCO_3$ の沈澱を生じた。之等の事実から TCA による除蛋白液の水蒸気溜出液の逆滴定終点が不鮮明なのは，明かに 100°C. に於て TCA が次式の反応に従つて分解するために発生した炭酸ガスに原因するものと思われる。

$$CCl_3COONa + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + CHCl_3 \rightarrow CO_2$$

夫故に蒸溜液中に CO_2 を除いた空気を 1 分間 600cc. の速度で 2 分間以上通じた後，滴定を試みたところ極めて明瞭な滴定終点がえられた。かように蒸溜液より炭酸ガスを除く操作を採用すれば，必ずしも水酸化マグネシヤによりアルカリ性とする必要もないので，公定法と同様に 10 % K_2CO_3 10cc. を加えて蒸溜してもよい筈である。依てこの条件で揮発性塩基の蒸溜速度を吟味した結果は Table 2 に示す通りである。

Table 2 The rate of steam-distillation of the volatile base in trichloracetic acid extract of flesh. The number of cc. n/28 NaOH as multiplied by ten corresponds to mg. % of volatile base-N.

Sample used \ lenth of distillation		6 minutes		12 minutes		18 minutes	
		n/28 NaOH cc.	as % of standard value	n/28 NaOH cc.	as % of standard value	n/28 NaOH cc.	as % of standard value
Whale flesh	fresh *	1.90 §	103	1.95	105	1.95	105
		1.85	100	1.90	103	1.90	103
	spoiled *	6.51 §	102	6.61	103	6.61	103
		6.50	102	6.58	103	6.58	103
Scomber flesh		3.00 §	104	3.00	104	3.00	104
		2.95	102	2.95	102	3.00	104

* Stand procedure (Vacum-distilling 45°) gave 1.85 for the flesh and 6.38 for the Spoiled.

§ Prior to the distillation, 10cc. of 10% potassium oxalate were added together with 10 cc. of 10 % potassium carbonate.

この結果からみると，蒸溜は 6 分間（溜出量 40cc）で完了し，減圧法値に比べると 2〜4 % 程度の過大値を与えるようである。しかし試料調製や滴定の誤差を考慮に入れると，この過大値は無視しても差支えない

Table 3 Comparison between values for volatile base-N in trichloracetic acid extract, which were obtained by the present method and the vacuum-distilling method.

Kinds of sample	Vacuum-distilling method mg. %	Steam-distilling method mg. %	Kinds of chemicals used for alkalization
Horse-mackerel	17.3[1]	16.8	
	18.6[1]	19.7	$Mg(OH)_2$
	19.5[1]	20.0	
	18.5[2]	20.0	
Mackerel	21.4	23.2	$Mg(OH)_2$
		22.5	K_2CO_3
	36.0	36.2	$Mg(OH)_2$
		35.8	K_2CO_3
	29.5	30.4	
	55.9	55.1	
	157	159	
	223	228	
A[3]		83.7	K_2CO_3
B[4]		73.3	
C[5]		88.4	
Whale	18.5	19.0	
	63.8	65.0	

1) Sample flesh was passed through a fine gauze after being chopped.

2) Sample flesh was ground with silicic sand.

3) After suspending 20 g. muscle brei in 100 cc. water, 15cc. 20 %. Trichloracetic acid (TCA) was added and then decanted. The residue was thoroughly extracted with 50cc. 2.5% TCA by twice centrifugations. The filtrate and centrifugate were combined and filled up to 250 cc. A 50-cc portion was used for the determination.

4) After being deproteinized by adding 15 cc. of 20 % TCA, the mixture was decanted, and washed twice with 10 cc. 5 % TCA. The filtrate was filled up to 250 cc. with water.

5) Determined according to the present new procedure described in this paper.

であろう。なお標準法のように蓚酸加里を加えることは蒸溜の値及び速度に全く影響がないことを知つた。

次に種々の試料の TCA 抽出液を $Mg(OH)_2$ 或は K_2CO_3 でアルカリ性とし，定量法の項で示した方法によつて定量した値を標準の減圧法値（45°, 60mm., 30分）と比較してみると Table 3 に示すようであつて，いずれの場合にも水蒸気蒸溜法値は比較的よく減圧法値と一致した。之等の結果から考えると，過大な揮発性塩基量を与える物質は 3 % TCA で沈澱する程度の比較的分子量の大きな化合物であるとみなすことができる。こゝに興味多いことには，もし揮発性塩基の過大値の原因をなす高分子のものが鮮度の低下と共に低分子化するとすれば，TCA で沈澱し難くなり，その濾液は過大の値を示すべきであるのに，鮮度の如何を問わず減圧法値との一致がみられた。この点は鮮度の定量方法として好都合であるが，或は TCA の濃度によつて揮発性塩基の定量値に変動があるのではないかと考え吟味してみた。即ち腐敗サバ肉を用い除蛋白時の TCA の濃度を 1.1 %, 1.6 %, 2.2 % 及び 3.2 % に変化させた場合に，新法による値はそれ

それ 91.2, 88.4, 89.1 及び 90.5mg.% と一定し，しかも減圧法値（86.5mg.%）に近似した。以上の吟味から TCA の濾液を用うれば高温蒸溜しても誤差を示さないことが明かになつた。

更に定量時間を短縮する目的で，TCA による抽出方法を定量法の項に示したように変改して，公定法に記載の除蛋白法と比較してみた。Table 3 に示したように簡易抽出法による値を 100 とすると，公定法の除蛋白操作によると 95 %，また公定法の場合に凝固蛋白の洗滌が不充分な例では 83 % に過ぎなかつた。公定法の操作では母液を凝固蛋白より完全に洗滌除去するには時間を浪費するので，本迅速法にはこの簡易抽出法を採用した。

Ⅳ 総　　括

1. 以下に記載する結果に基いて，水蒸気蒸溜法による魚肉の揮発性塩基の迅速な一新定量法を確立した。この方法によると標準法による定量時間の約 1/4 で定量できる。

2. 擂砕肉を除蛋白しないで直ちに pH 7.6, 9.0 或は $Mg(OH)_2$ 飽和のアルカリ性で水蒸気蒸溜するといづれの場合にも標準の減圧法に比して 145～159 % の過大値を与えた。魚肉に添加したアンモニヤは 5 分間で溜出するが 魚肉からは 5 分後にも徐々に塩基性物質が溜出した。

3. 三塩化醋酸で除蛋白した濾液に炭酸加里液或は $Mg(OH)_2$ を添加後，約 5 分間水蒸気蒸溜すれば鮮度の如何を問わず常に標準の減圧法の値に近似した値を示した。

4. 除蛋白操作を簡易化することにより，定量時間を大に短縮することができた。

終りに本研究に助力された原田悠三氏に深謝の意を表する。本研究の一部は昭和 26 年度文部省科学試験研究費（主任研究員　佐々木林治郎教授）により支弁したことを附記する。

文　　献

1. Sigurdsson, G.J. : Anal. Chem., 19, 892 (1947).
2. 厚生省編纂： 衛生検査指針 Ⅱ (1950).
3. 富山哲夫，神崎嘉瑞夫： 本誌に印刷中.

冷凍方程式の近似解について，II

藤　田　博
（京都大学農学部水産学・教室水産物理学研究室）

on the Approximate Solution of One-dimensional Freezing Equation, II

HIROSHI FUJITA

As a contination of the previous paper [1], in which an appoximate solution of one-dimensional freezing equation for fish fillets has been given for the case of a rather small value of BIOT's number by applying the well known KARMAN-POHLHAUSEN's method in the theory of boundary layer equation, the author, in this paper, attempts to solve the same problem for the case of infinitely large BIOT's number with the aid of YAMDA's method [4], which gives as the zeroth approximation the result obtained by KARMAN-POHLHAUSEN's method.

§1. 緒　　言

さきに著者 (1) は，本文とおなじ題目の一つの論文 * において，岡田教授 (2) の提出された魚肉の冷凍に対する偏微分方程式（即ち，冷凍方程式）の一つの近似解を求めたが，其の解析に用いた方法は PRANDTL の層流境界層の方程式に対する KARMAN-POHLHAUSEN (3) の方法と本質的におなじであつた。ところで最近 (1947)，九大山田教授 (4) は，KARMAN-POHLHAUSEN の方法によつてえられる近似解を第零近似解として与える様な，もつと一般的な近似解法を考案され，層流境界層方程式の詳細な吟味に応用されて，種々の興味ある結果を得られた (5)．著者もこの山田氏の方法を種々の拡散方程式の問題に適用して，乾燥理論及び熱伝導論のいくつかの問題を調べた (6),(7)。それらの結果によると，この方法がきわめて有效な近似解法であることが知れたが，本論文においては，I の続報として，山田氏の方法を冷凍方程式の問題の一つに適用して第1近似解（山田氏の解法の意味における）を計算した結果を述べることにする。

なお，本文と同題の一連の研究は，通常広く用いられている PLANK 流の凍結時間算定式 (9) を厳密に検討しもつと精密な実用公式を求めるために行つているものであるが，最近 (1950)，同じような意図のもとになされた一連の研究が東海区水研の源生氏 (9) によつて発表されていることを附け加えておこう。

§2. 基礎方程式

本文においても，I におけるとおなじ様に，一定の厚みの平板状の魚肉片を一面を熱的に絶縁し，他面を一定温度冷媒にさらして，凍結せる問題を考究することにしよう。魚肉片の面積は十分大きく，熱の流れは厚みの方向のみに起ると仮定する。そうすると，基礎方程式は，

$$\frac{\partial}{\partial x}\left\{K(\theta)\frac{\partial\theta}{\partial x}\right\}=\rho F(\theta)\frac{\partial\theta}{\partial T} \tag{2.1}$$

の様に書かれる [1]，ここに，x は厚みの方向にとつた空間座標，T は時間，$-\theta$ は °C で測つた魚肉中の任意点の温度，ρ は $T=0$ において魚肉単位体積中にふくまれている水分の量，$k(\theta)$ は魚肉の熱伝導率であつて，$F(\theta)$ は次の様な θ の函数である：

---

* 以下において，これを I として引用する。

昭和 25 年 9 月 28 日受理

(2. 2) $$F(\theta)=L\frac{\theta_c}{\theta^2}+(-A+c_0-c_1)\frac{\theta_c}{\theta}+c_1(\theta>\theta_c),$$

ここに，$-\theta_c$ は魚肉の凍結点，c_0, c_1 は水及び氷の比熱，L は氷の潜熱であり，A はある定数である。また，$k(\theta)$ は小川氏[17] によれば次の様な形の θ の函数である：

(2. 3) $$k(\theta)=k_0\left(1+\sigma\frac{\theta-\theta_c}{\theta}\right)(\theta>\theta_c),$$

k_0 は未凍結肉の熱伝導率，σ は実験からきまる定数である。

魚肉の厚みを x_0 とし，$x=x_0$ を冷媒に接する肉表面とすれば，θ に対する境界条件は

(2. 4) $$x=0 \text{ で } \partial\theta/\partial x=0,$$

(2. 5) $$x=x_0 \text{ で } k(\theta)\frac{\partial\theta}{\partial x}=+B(\theta_e-\theta)$$

と書かれる，ここに $-\theta_e$ は冷媒の温度 B は表面における熱放散率である。(2.5) はいわゆる NEWTON の法則にほかならない。論文 I においては B が相当小さい*場合を取り扱つたのであるが，斯様な場合はいわゆる空気凍結の場合に相当する。ところで，$B\neq\infty$ ときは，すでに I にみられる様に，第零近似解の計算でも相当面倒なものになるのであるが，$B\to\infty$ の時は境界条件 (2.5) が簡単になるために，第1近似まで解析を進めても計算はさほと複雑にならない．しかして，$B\to\infty$ の場合はいわゆるブライン等による急速凍結の場合に相当すると考えられるので，本論文ではまず斯様な場合について解析を遂行することにしたい；$B\neq\infty$ なる場合の考究は後の報告にゆずる。

さて，$B\to\infty$ のときは，(2.5) は

(2. 6) $$\theta=\theta_e\quad(x=x_0)$$

の様に簡単になる。

また，θ に対する初期条件としては I と同じものを採り，

(2. 7) $$T=0 \text{ で } \theta=\theta_c$$

とする。

例によつて，無次元量を次の様に定義する：

$$\frac{\Theta}{\Theta_c}=\theta,\ \frac{\Theta_e}{\Theta_c}=\theta_e,\ \frac{K_0\Theta_c}{\rho LX_0^2}T=\tau,\ \frac{X}{X_0}=x$$

$$\frac{K}{K_0}=k,\ \frac{F\rho\Theta_c}{L^2}=f,\ \frac{A\Theta_c}{\rho L}=a,\ \frac{C_i\Theta_c}{\rho L}=b_i\ (i=1,2).$$

そうすると，(2.1)～(2.7) は次の様な無次元の形に変換される：

(2. 8) $$f(\theta)\frac{\partial\theta}{\partial\tau}=\frac{\partial}{\partial x}\left\{k(\theta)\frac{\partial\theta}{\partial x}\right\},$$

(2. 9) $$f(\theta)=\frac{1}{\theta^2}+(-a+b_0-b_1)\frac{1}{\theta}+b_1,$$

(2.10) $$k(\theta)=1+\sigma\left(1-\frac{1}{\theta}\right),$$

(2.11) $$x=0 \text{ で } \frac{\partial\theta}{\partial x}=0,$$

(2.12) $$x=1 \text{ で } \theta=\theta_e,$$

(2.13) $$\tau=0 \text{ で } \theta=1.$$

---

* 正確には BIOT 数$=\dfrac{Bx_0}{k_0}$ が小さい。

ここで，問題にあらわれてくる諸定数の値に対しては I におけるものと全く同じものを採用することにし，かつ，I において行つたのと同じ近似的変換を行つて θ から Ψ に移ると，上の問題は次の様な Ψ の問題になる：

(2.14) $$\frac{\partial \Psi}{\partial \tau}=\frac{\partial}{\partial x}\left\{\Lambda(\Psi)\frac{\partial \Psi}{\partial x}\right\},$$

ここに，$\Lambda(\Psi)$ は

(2.15) $$\Lambda(\Psi)=\frac{1+\sigma\Psi}{(1-\Psi)^2+b_1}$$

である。Ψ に対する諸条件は

(2.16) $$x=0 \text{ で } \frac{\partial \Psi}{\partial x}=0,$$

(2.17) $$x=1 \text{ で } \Psi=\Psi_e=1-\frac{1}{\theta_e};$$

(2.18) $$\tau=0 \text{ で } \Psi=0.$$

なお，Ψ は θ と次の様な関係にある：

(2.19) $$\theta=\frac{1}{1-\Psi}.$$

§3. 近似解法の適用について

(2.14) は非線型の拡散型偏微分方程式であるから，著者が I において用いた方式を加味して山田氏の近似解法を適用することによつて近似的に解くことができるであろうと考えられる。山田氏の方法については山田氏の原論文 [4]，あるいは著者の別の報文[7] にゆずることにし，ここでは，その説明は省略するが，その方法を微分方程式 (2.14) に適用するに先立つて，非線型性を与える項 $\Lambda(\Psi)$ について，一二の吟味を行つておこう。本文においても I と同じ数値例を考えることとすれば，

$$\sigma=1.36,\ b_1=0.01,\ \Psi_e=0.8851$$

であるから，

(3. 1) $$\Lambda(\Psi)=\frac{1+1.36}{(1-\Psi)^2+0.01}\ (0\leq\Psi\leq 0.8851).$$

いま，$\Psi_e-\Psi=\varphi$ とおき，$\Lambda-\varphi$ の関係を計算してみると，第 1 図に示す様な曲線がえられる。図より $\Lambda(\Psi)$ は Ψ が 0 から，0.8851 まで変化する間に，$\Lambda\doteqdot 1$ より $\Lambda\doteqdot 95$ まで変化し，しかも，$\Psi=0.8851$（即ち $\varphi=0$）近傍では非常に急激な変化を示すことが知れる。従つて，(2.14) は非線型拡散方程式として非常に面倒な性質をもつていることがわかる。斯かる方程式に対しては，逐次近似法は勿論，押田氏[11] による図式解法も適用することが困難であろうと思われる。そしてまた，Λ=const. としてえられる線型の拡散方程式から予期される結果とはかなり異つた結果が Ψ に対して期待される。従つて，これに対しては，$\Psi-x$ 曲線として，線型方程式の第零近似解を求める場合に用いる [6] 次の形の二次式：

$$\Psi=A(\tau)+B(\tau)x^2\ (0\leq x\leq 1)$$

では充分でなく，少くとも x の三次の項までふくむもの：

(3. 2) $$\Psi=A(\tau)+B(\tau)x^2+C(\tau)x^3$$

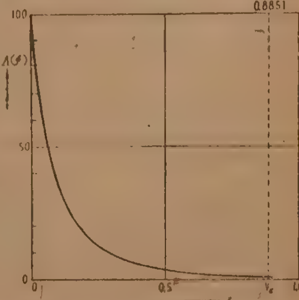


Fig.1 Vatiation of $\Lambda(\varphi)$ with φ

は心要であろうと考えられる。

さて，(3. 2) の三つの未知函数 A, B, C を定めるには山田氏の方法で第1近似解を求めればよい。山田氏の方法に従つて第1近似解を求めるときには，(2.14) を次の二つの関係でおきかえる：

(3. 3) $$\int_0^1 G(\Psi; x, \tau)dx=0,$$

(3. 4) $$\int_0^1 G(\Psi; x, \tau)xdx=0;$$

ここに，

$$G(\Psi; x, \tau)=\frac{\partial\Psi}{\partial\tau}-\frac{\partial}{\partial x}\left\{\Lambda(\Psi)\frac{\partial\Psi}{\partial x}\right\}$$

である。(3.3) 及び (3.4) をみたし，かつ，Ψ に課せられた境界条件ならびに初期条件を満足する Ψ を (2.14) の第 1 近似解とするのが山田氏の着想である。

§4. 臨界時間 τ_* までの解.

はじめに，例によつて，外界の影響が物体の中心点 $x=0$ に及んで，中心点の Ψ の値が 0 から変化しはじめ時刻 τ_* (これを臨界時間と名ずける) まで：$\tau<\tau_*$ の τ についての解を求めよう。この様な τ に対する $\Psi-x$ の曲を，例によつて，第 2 図の曲線 I の様に，$x=\xi$ $(0<\xi<1)$ でわけて，

(4. 1) $$\Psi=0 \quad (0\leqq x\leqq\xi),$$

(4. 2) $$\Psi=B(\tau)(x-\xi)^2+C(\tau)(x-\xi)^3 \quad (\xi\leqq x\leqq 1)$$

とする．ここに，$B(\tau)$ 及び $C(\tau)$ は決定さるべき τ の未知函数である。斯様にとられた Ψ は (2.16) なる条件をみたす。また，(2.18) をみたさなければならないことから，

(4. 3) $$\xi(0)=1$$

なる条件がえられ，さらに，(2.17) から，条件：

(4. 4) $$B(1-\xi)^2+C(1-\xi)^3=\Psi$$

がでる。便宜上，

(4. 5) $$B(1-\xi)^2=U,\quad C(1-\xi)^3=V$$

とおけば，(4.4) は

(4. 6) $$U+V=\Psi_e$$

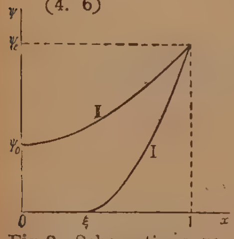


Fig. 2. Schematic representation of $\Psi-x$ relation

とかける.

次に，(3.3) は

$$\frac{d}{d\tau}\int_0^1\Psi\,dx=\Lambda(\Psi_e)\left(\frac{\partial\Psi}{\partial x}\right)_{x=1}$$

となるが，(4.1) 及び (4.2) を代入して計算すれば，これは次式を与える．

(4. 7) $$\frac{d}{x\tau}\left\{(1-\xi)\left(\frac{U}{3}+\frac{V}{4}\right)\right\}=\Lambda(\Psi_e)\left(\frac{2U+3V}{1-\xi}\right).$$

(4.6) を使つて V を消去し，かつ，

(4. 8) $$1-\xi=\phi;\quad U=3\Psi_e W$$

とおけば，上式は

(4, 9) $$\frac{d}{d\tau}\{\phi(1+W)\}=\frac{12\Lambda(\Psi_e)}{\phi}(1-W)$$

となる。

次に，(3.4) を計算する．簡単のために，

$$F(z)=\frac{1+\sigma}{\sqrt{b_1}}\left\{\tan^{-1}\frac{1}{\sqrt{b_1}}-\tan^{-1}\frac{1-z}{\sqrt{b_1}}\right\}-\frac{\sigma}{2}\log\frac{1+b_1}{(1-z)^2+b_1} \tag{4.10}$$

によつて，函数 $F(z)$ を定義すれば，(3.4) から容易に次の式がえられる：

$$\frac{d}{d\tau}\left\{(1-\xi)\left(\frac{U}{3}+\frac{U}{4}\right)\right\}-\frac{d}{d\tau}\left\{(1-\xi)^2\left(\frac{U}{12}+\frac{V}{20}\right)\right\}=A(\Psi_e)\left(\frac{2U+3V}{1-\xi}\right)-F(z). \tag{4.11}$$

(4.6) によつて V を消去し，(4.7) を使うと，(4.11) は次の様に簡単化される：

$$\frac{d}{d\tau}\{\phi^2(1+2W)\}=\frac{20F(\Psi_e)}{\Psi_e}. \tag{4.12}$$

(4.9) と (4.12) が ϕ 及び W を τ の函数として決めるための連立微分方程式である。(4.12) は直ちに積分できるが，(4.3) と (4.8) とから $\phi(0)=0$ であることを考慮すれば，

$$\phi^2(1+2W)=\frac{20F(\Psi_e)}{\Psi_e}\tau \tag{4.13}$$

なる解をえる。これを W について解いて，(4.9) に代入すれば，次式がえられる：

$$\frac{d}{d\tau}\left\{\phi\left(\frac{1}{2}+\frac{\varepsilon\tau}{\phi^2}\right)\right\}=\frac{\mu}{\phi}\left(\frac{3}{2}-\frac{\varepsilon\tau}{\phi^2}\right); \tag{4.14}$$

ここに，

$$\varepsilon=\frac{10F(\Psi_e)}{\Psi_e},\quad \mu=12A(\Psi_e)$$

である．(4.4) は容易に積分されて，次の解がえられる：

$$\phi^2=\frac{\tau}{\beta}. \tag{4.15}$$

β は次の二次方程式をみたす定数である：

$$\beta^2+\left(\frac{1}{2\mu}-\frac{\varepsilon}{2\varepsilon}\right)\beta+\frac{1}{4\mu\varepsilon}=0. \tag{4.16}$$

(4.15) を上掲の諸式に入れると，U, V が

$$U=3\Psi_e\left(\varepsilon\beta-\frac{1}{2}\right),\quad V=3\Psi_e\left(\frac{5}{6}-\varepsilon\beta\right) \tag{4.17}$$

ときまる。これから，U 及び V は定数であることがわかる。さらに，$B(\tau)$ 及び $C(\tau)$ は

$$B(\tau)=\frac{BU}{\tau},\quad C(\tau)=\left(\frac{\beta}{\tau}\right)^{\frac{3}{2}}V \tag{4.18}$$

となる。よつて，$\tau<\tau_*$ における Ψ の近似式は次の形になる：

$$\begin{cases}\Psi=0 & \left(0<x<1-\sqrt{\dfrac{\tau}{p}}\right);\\ \Psi=\dfrac{BU}{\tau}\left\{\sqrt{\dfrac{\tau}{\beta}}-(1-x)\right\}^2+\left(\dfrac{\beta}{\tau}\right)^{\frac{3}{2}}V\left\{\sqrt{\dfrac{\tau}{\beta}}-(1-x)\right\}^3 & \left(1-\sqrt{\dfrac{\tau}{\beta}}<x<1\right).\end{cases} \tag{4.19}$$

最後に，臨界時間 τ_* は $\xi=0$，即ち，$\phi=1$ となる様な τ として与えられるから，(4.15) より

$$\tau^*=\beta \tag{4.20}$$

である。

§5. $\tau>\tau_*$ における解

次に，$\tau>\tau_*$ における近似解を求めよう。この期間には $x=0$ における Ψ の値 Ψ_0 は 0 から変化して次第に Ψ_e にむかう。そこで，$\Psi-x$ 曲線は第 2 図の曲線 II の様な形をとると考えられるが，これを次の様な x の三次式：

$$\Psi=A(\tau)+B(\tau)x^2+C(\tau)x^3\quad (0<x<1) \tag{5. 1}$$

で近似しよう。$A(\tau), B(\tau), C(\tau)$ は決定さるべき τ の未知函数である。

まず，条件 (2.17) から，一つの関係式：

$$A+B+C=\Psi_e \tag{5. 2}$$

がえられる。また，(3.4) 及び (3.5) の関係式から，それぞれ，次の式がえられる．

$$\frac{d}{d\tau}\left(A+\frac{B}{3}+\frac{C}{4}\right)=\Lambda(\Psi_e)(2B+3C), \tag{5. 3}$$

$$\frac{d}{d\tau}\left(\frac{A}{2}+\frac{B}{4}+\frac{C}{5}\right)=\Lambda(\Psi_e)(2B+3C)-F(\Psi_e)+F(A). \tag{5. 4}$$

(5.3) と (5.4) とを辺々相ひけば，

$$\frac{d}{d\tau}\left(\frac{A}{2}+\frac{B}{12}+\frac{C}{20}\right)=F(\Psi_e)-F(A). \tag{5. 5}$$

(5.2) によつて，(5.3) 及び (5.5) から C を消去し，かつ，

$$\Phi\equiv\frac{dA}{d\tau} \tag{5. 6}$$

とおけば，

$$\frac{3}{4}\Phi+\frac{1}{12}\Phi\frac{d\beta}{dA}=\Lambda(\Psi_e)(3\Psi_e-B-3A), \tag{5. 7}$$

$$\frac{9}{20}\Phi+\frac{1}{30}\Phi\frac{dB}{dA}=F(\Psi_e)-F(A) \tag{5. 8}$$

なる二つの式をえるが，これらから dB/dA を消去すれば，

$$\Phi=\frac{20}{3}\{F(\Psi_e)-F(A)\}+\frac{8}{3}\Lambda(\Psi_e)B+8\Lambda(\Psi_e)(A-\Psi_e) \tag{5. 9}$$

これを A で微分し，dB/dA に対しては (5.8) からえられるものを代入すると，

$$\frac{d\Phi}{dA}=-28\Lambda(\Psi_e)-\frac{20}{3}\frac{dF}{dA}+\frac{80\{F(\Psi_e)-F(A)\}}{\Phi}\Lambda(\Psi_e) \tag{5.10}$$

となるが，容易に知れる関係：$dF/dA=\Lambda(A)$ を入れると，(5.10) は次の様になる：

$$\frac{d\Phi}{dA}=-28\Lambda(\Psi_e)-\frac{20}{3}\Lambda(A)+\frac{80\{F(\Psi_e)-F(A)\}}{\Phi}\Lambda(\Psi_e) \tag{5.11}$$

ところで　物理的に，$\tau\to\infty$ では $\tau\to\Psi_e$，$dA/d\tau\to 0$ なることが要求される。この条件の下に (5.11) を解けばよいのであるが，そのために，便宜上，

$$1-\Psi_e=\phi_e,\quad \Psi_e-A=\phi \tag{5. 12}$$

とおき，かつ，

$$\begin{cases} P(\phi)\equiv\dfrac{1+\sigma(1-\phi_e)-\sigma\phi}{(\phi_e+\phi)^2+b_1}, \\ Q(\varphi)\equiv\dfrac{1+\sigma}{\sqrt{b_1}}\tan^{-1}\dfrac{\phi_e+\phi}{\sqrt{b_1}}+\dfrac{\sigma}{2}\log\dfrac{1+b_1}{(\phi_e+\phi)^2+b_1} \end{cases} \tag{5.13}$$

の様に函数 $P(\phi)$ 及び $Q(\phi)$ を定義する。そうすると，(5.11) は

$$\frac{d\Phi}{d\phi}=28P(0)+\frac{20}{3}P(\phi)-\frac{80P(0)\{Q(\phi)-Q(0)\}}{\Phi} \tag{5.14}$$

となる。さらに，

$$\Phi=\frac{30}{13}P(0)\Gamma \tag{5.15}$$

$$\frac{P(0)\sim P(\phi)}{P(0)}=p(\phi), \tag{5.16}$$

$$(5.17)\qquad \frac{Q(\phi)-Q(0)}{P(0)}=q(\phi)$$

とおけば，(5.14) は次の形になる：

$$(5.18)\qquad \frac{90}{1352}\Gamma\frac{d\Gamma}{d\phi}=\left\{1-\frac{5}{26}p(\phi)\right\}\Gamma-q(\phi).$$

これを $\phi=0$ で $\Gamma=0$ なる条件の下に解けばよいのであるが，この式は解析的に閉じた形に積分することができない。そこで，成るべ精密な近似値をもとめることを考えなければならないが，そのまえに，$p(\phi)$ 及び $q(\phi)$ の数値を少し吟味しておこう。I と同じ数値例を考えることにすれば，ϕ は $0\leqq\phi\leqq0.8851$ に変化し，この間における $p(\phi)$ 及び $q(\phi)$ の曲線は第3図の様になる。図から，この変域では $0\leqq p<1$，$0\leqq q\ll1$ であることが知れる。このことと $90/1352=0.0666\cdots\cdots<1$ なることを利用して，上式の近似解を次の様にして求める。即ち，$90/1352=\varepsilon$ とおき，Γ が

$$(5.19)\qquad \Gamma=\Gamma_0+\varepsilon\Gamma_1+\varepsilon^2\Gamma_2+\cdots\cdots$$

の様に ε のベキ級数に展開できると仮定して逐次近似的に $\Gamma_0,\Gamma_1,$ を決めるのである*。(5.19) を (5.18) に代入して，通常の方法により，$\Gamma_0,\Gamma_1,\cdots\cdots$ をきめれば，

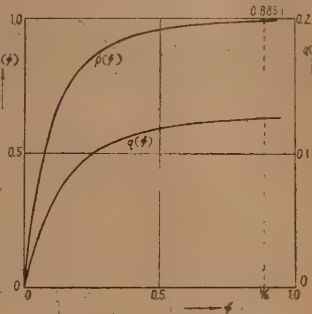


Fig. 3　Variations of p(φ) and q(φ) with φ.

$$(5.20)\qquad \Gamma_0=\frac{q(\phi)}{r(\phi)},\quad \Gamma_1=\frac{1}{r(\phi)}\frac{d}{d\phi}(\Gamma_0)^2,\quad \Gamma_2=\frac{2}{r(\phi)}\frac{d}{d\phi}(\Gamma_0\Gamma_1)$$

となる；ここに，$r(\phi)\equiv1-\frac{5}{26}p(\phi)$ とおいた。$q(0)=0$ $r(0)=1$ なることを考慮すると，$\Gamma_0(0)=\Gamma_1(0)=\Gamma_2(0)=\cdots=0$ となり $\Gamma(0)=0$ なる所与の条件をみたすことがわかる。斯様にして，Γ に対して，

$$(5.21)\qquad \Gamma(\phi)=\frac{q(\phi)}{r(\phi)}+\frac{\varepsilon}{r(\phi)}\frac{d}{d\phi}\left\{\frac{q(\phi)}{r(\phi)}\right\}^2+0(\varepsilon^2)$$

なる級数解をうるが，後に採用する数値例についての具体的な計算によると，上式の ε の order の項までとれば十分正確な結果がえられる。

(5.21) を (5.15) に入れれば $\Phi(\phi)$ が知れる。これを (5.6) からえられる式：

$$(5.22)\qquad \tau-\tau_*=\int_{\phi}^{\psi_e}\frac{d\phi}{\Phi(\phi)}$$

に入れれば，τ と ϕ との関係が求まり，$A(\tau)$ が決定する。また，$\Phi(\phi)$ から $\Phi(\tau)$ も求まるから，これらを (5.9) に代入することによつて，$B(\tau)$ が定まる。そうすれば，$C(\tau)$ も定まつて，結局，$\Psi(\tau,x)(\tau>\tau_*)$ がわかることになる。

§6. 数　値　例

さきに幾度も述べた様に，本論文でも I におけると全く同じ数値例を採つて，えられた第1近似解の与える結果を具体的に吟味することにしよう。I によると，

$$\Theta_c=1.3°C,\ \Theta_e=11.31°C,\ X_0=2\,\text{cm},\ \rho=0.73\,\text{gr/cm}^3,$$
$$L=80\text{cal/gr},\ C_0=1.01\text{cal/gr}\cdot\text{deg}C,\ C_1=\text{cal/gr.deg}C,$$
$$A=0.62\text{cal/gr.deg}C,\ K_0=1.4\times10^{-3}\text{cal/cm.sec.deg}C$$

---

* $\Gamma=\frac{\Gamma_{-1}}{\varepsilon}+\Gamma_0+\varepsilon\Gamma_1+\cdots\cdots$のような形の解も存在するが，これは不適当なることが示めされる。但し，それについての詳しいことは省略する。

$\sigma=1.36.$

よつて，$\Psi_e=0.8851,\ b_1=0.01$

となる。そこで，(4.16) をといて β を求めると，

$\beta=0.010434$ 及び 0.0001546

となるが，この後者は条件に適さない*. 従つて，

$\tau_*=0.010434$

となる。

次に，$\Gamma-\phi$ の曲線を求めると，第4図の様になる。図において，破線は $\Gamma=q/r$. 即ち，Γ に対する第零近似解で実線は ε の order の項までとつてえたものである。ε^2 の order の項の寄与は問題にならない

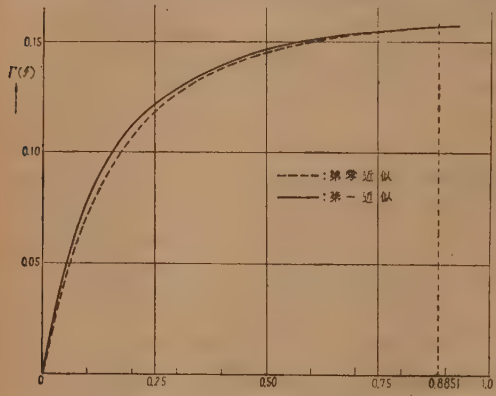


Fig. 4 Integral curve of Eq. (5.18).

次に，$\Phi(\phi)$ がまとまるから，それを (5.22) に入れ，Simpson の方式 (1/3 方式) を使つて $\tau-\phi$ の関係を計算した。その結果から $\Psi_0=A$ と τ との関係が知れたが，この Ψ_0 を (2.19) に入れて，中心点の温度 $\theta_0(=1/(1-\Psi_0))$ が τ と共に変る模様を計算した。その結果は第5図の様になる。この曲線が普通凍結曲線と称せられているものであつて，凍結時間を算定する基礎となる。これまで多くの魚体についてこの曲線が実測されているが，大体，第5図の様な形になる。通常，凍結時間 T_f として用いられているのは冷凍をはじめてから中心部温度 $-\Theta_0$ が $-5°C$ になるまでの時間であるが，(8) $-\Theta=-5\ C$ は $\theta=3.85$ に相当する。そこで第5図から T_f に相当する τ の値求めてみると，$\tau=0.0348$ となる。しかるに，I に示した通り，今の数値例では，$T=1$ 時間にあたる τ の



Fig. 5 Freezing curve at the center

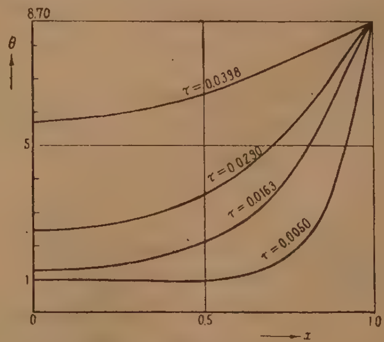


Fig. 6 Tempetature distribution in a plate-like fish fillet.

* この理由についてはここで省略する。これは物理的にもうなずかれるのであるが，それについてものべないことにする。

値は 0.0281 であるから，結局 T_f は T_f＝1時間14分となる。なお，第5図より魚体温度が内外共に冷媒の温度近くまでに降るに要する時間は約2時間と推定される。最後に，魚体内における θ の分布を計算すると，第6図の様になる。$x=1$ 近くによわい彎曲点がみとめられる。

本論文をおえるに当り，著者は，終始，御懇篤なる御指導と御激励を与えられた名古屋大学助教授押田勇雄博士に心から御礼申し上げる次第である。

文　献

（1） 藤　田　博：京都大学農学部水産物理学研究室速報，1 (1949)；京都大学農学農学部紀要に印刷中
（2） 岡田光世：水産講習所報告，24 (2) (1929)
（3） K. Pohlhausen：Zeit. angew. Math. Mech.，1 (1920)，256.
（4） 山田彦児：九州大学流体工研報告，3 (3) (1947).
（5） 山田彦児：九州大学流体工研報告，4 (3) (1948)；5 (2) (1949).
（6） 藤　田　博：未発表（乾燥方程式への応用）.
（7） 藤　田　博：京都大学農学部水産物理学研究室速報，7 (1950)；京都大学農学部紀要に印刷中
（8） 例えば，岡田光世，奥野博：冷凍の物理（水産製造工学講座）(1941).
（9） 源生一太郎：冷凍，25 (268) (1950).
（10） 小川朗次郎：日本水産学会誌，7 (3) (1938).
（11） I. Osida：Jour. Phys. Soc. Japan，3 (4) (1948).

千曲川に於ける石塚漁業に就て*

川　尻　　稔
（淡水区水産研究所上田支所）

On the Fishing by "Ishizuka" in Chikuma River

MINORU KAWAZIRI

The catch of *Tribolodon hakonensis* has shown a great decrease recently in Chikuma River, middle Japan. From the fact that many young fishes have been caught by the "Ishizuka", Nagano Prefectural Government prohibited this particular gear since 1946, however, there were heard varied opinions among fishermen as to its effect and, as the result, to remove the regulation.

The "Ishizuka", set up in early winter, is a mound composed of stones as large as or larger thna humna head, measuring 50 cm high and 100 to 150 cm in diameter at bottom, the mound is built in the water 70 to 80 cm deep with graduated slope toward the mainfolow of the river, also the entire "Ishizuka" is covered with straw-mat except the sloped part where the stones are flattened mixed with smaller gravels. In early spring, the mound is surrounded by bamboo-blinds and a trap is set against sloped part, then the stones are picked up piece by piece. The fish, mostly *T. hakonensis*, which conceal themselves in the space of stones during the winter, escape the mound and are easily trapped.

Experimental "Ishizuka" numbering 17 were set in November 1948-'49, and the fish 4699 caught following spring were studied on age and length. The age determination by scale on these fish showed 59.5% of one year old, 19.8% of two, 16.6% of three and other older. It is thus apparent that the "Ishizuka" destroys the younger generation of fish.

I propose to regulate strictly the fishing by "Ishizuka" but rather utilize the mound for the protection of young by the hand of fishermen.

長野県では石塚漁業をカイツケ又は屋塚といつて，冬の漁業としては唯一のもので，以前千曲川では特に盛んであつた。この漁法は水がよく流れて，水深が 4～5 尺位の砂礫底の所で，近くに魚の棲みそうな深みのある河岸を選んで，地盤を一応皿型の凹地に整理してから，人頭大或はその 2―3 倍の石を投げ込んで，饅頭型に積み重ね，その底辺で直径 6～7 尺，高さ 3 尺位とし，頂点は水面下 1 尺内外で止め，水のよく流れる側の一方だけを除いて，他は総て蓆で蔽ひ，その上に平石を並べ，砂礫で目つぶしをして，そのまゝ 1～2 月を放置しておく。

この放置期間中に魚はこの積石の間に棲みつく様になる小規模な築磯の一種であつて，夏に行われるのはナマズ，ウナギ等が主な目的魚であるが，あまり多く行われなくて，冬に行われるのが多い。これを設置する時期は秋の降雨期が過ぎて，河の水位が略一定した 10～12 月頃で，捕獲する時は魚が動き出さぬ前，

（昭和 25 年 9 月 31 日受理）　* 淡水区水産研究所業績

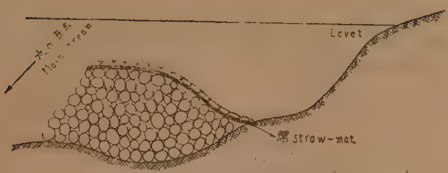


Fig. 1 石塚の断面模型図
Cross-section of "Ishizuka" (diagramatic), Chikuma River

1～3 月頃が，よいとされているが，この間に一度魚を捕つて後更に石を積み替えると 4 月中でも捕れることがある。この設置も捕獲も 2～3 人が共同でやれば能率的で，石さえ近くで集められるならば，1 人当り 1 日 1 個を造り，捕獲は 1 人当り 2 個を捕ることが出来て，資材を多く要しない利点がある。

魚を捕獲するには積石のすぐ周囲に，竹簀を建て囲らし，その一部に陥穽漁具の筌を装置してから，中の積石を簀の外に取り出せば積石の間に潜んでいた魚は筌に陥入するから魚はたやすく捕れる。

かく魚が積石の間に潜入越冬する習性を応用して，魚を誘致するものであるから，場所がよくて，積石の構造や，河の条件がよければ，魚はよく捕れ，第 1 表の通り各種の魚は捕れるけれども，ウグイが最もよく捕れる。千曲川の全漁業から見て，ウグイの漁獲が漸次少くなつて来たのは，この石塚漁業でウグイの幼年魚が多く捕られるのも原因の一つであろうということから，長野県では繁殖保護の見地で，昭和 21 年以来現在まで，11 月 1 日から 4 月 1 日までの間だけこの漁業を禁止している。然しこの漁業は禁止を続けるべきか解禁すべきかに就ての議論はまちまちである。

解禁論の主張点は (1) この漁法は冬の間，魚の棲息所を造つてやるのであるから，稚魚も成魚も誘致せられるので，保護にこそなれ有害だとばかりはいわれない。(2) 稚魚も成魚も捕ろうとすれば捕れるけれども，稚魚を捕らぬ様にするには，簀や筌の目の大きさを大きく制限すればよい (現在使用されている漁具は 2 分 5 厘～3 分目である)。(3) その年の春 4～6 月頃には産卵する筈の 3 年魚以上の魚を，その産卵期前に捕ることは蕃殖保護上よくないことは認められるが，4～6 月頃の産卵期に捕るツケバ漁業やヤナ漁業にしても完全に産卵を終えたものばかりを捕るのではないから，五十歩百歩の差であつて，ウグイ減少の罪をこの石塚漁業にのみ負はせるべきではない。(4)冬の河川漁業としては最も能率的で，唯一のウグイ漁業である…というのである。

それで中流河川漁業調査の一つとして，第 1 表の通り昭和 23 年と 24 年の冬，千曲川で上下約 3 里の間に，石塚 17 個を造つて調査をした (17 個の内石塚番号 4′, 5′, 14′, 15′ の 4 個は一度魚を捕つて後その積石を更に積み替えて，2 回目の捕獲をしたものである)。

この漁法の漁獲高の多少は，設置期間中に於ての周囲の環境と条件とによつて差があるとされている。即ち (1) 設置期間中に出水があつて積石が壊されゝば当然であるが (例，第 1 表の石塚番号 No. 17)，積石の間に泥が堆積するとか，石塚の大部分が砂泥に埋まるとかすれば魚は捕れない (例．No. 5′, 6, 9, 10, 12, 13)。(2) 石塚の中へ大きなウナギ，ナマズ等が先に棲み込むときは，他の魚はこの石塚に入らなくなるか，少くなる (例．No. 3, 11)。(3) 設置中に附近で河川工事が行われて，石を投げたり，割つたりする響きが伝わる所や，附近を人や船が通る様な所では，魚は落ちつかない (例．No. 1, 2)。(4) 河の水位が低下して，石塚の頂部が水面上に出ることがあると魚は棲まない。(5) 水が温んで魚が動き出す様な陽気の時まで，そのまゝにして置けば魚はいない。

以前はこの石塚の設置数は千曲川だけで，1000 個を超えたことがあるというが，昭和 6～7 年頃には 7～800 個の許可件数 (長野県産業要覧) となり，その後減少した。魚のよく捕れた頃は 1 個で 100 貫を超したこともあつたといわれているが，最近は多くても 20 貫位が稀に捕れるに過ぎない。元来この漁法はウグイが最も多く捕れるもので，この度の試験でもウグイの漁獲量は，全漁獲量の 71 % に当り，これに続いてフナ，ニゴイ，オイカワ，アカザ等が捕れたのであるけれども，これ等はウグイに比較すれば僅かなものである (第 1 表)。従つて本調査もウグイを主として行つたものである。

一つの石塚で捕れるウグイの数も，その年齢組成も漁場によつて相違があるので，大体 3 kg. 以上捕れた場合は，盲取りに半分位，3 kg. 以下の場合はその全部につき，全体長，体重，年齢を調べた。そしてその総数は 2.064 尾であるが，石塚によつて魚体の大小，年齢の相違することは第 2 表の通りで，これを図示すると第 2～3 図となる。

Fig. 2 漁場漁法別の全体長によるウグイの分布百分率

Number of fish (*T. hakonensis*) by total body length, caught by "Ishizuka" and other three different gears in Chikuma River.

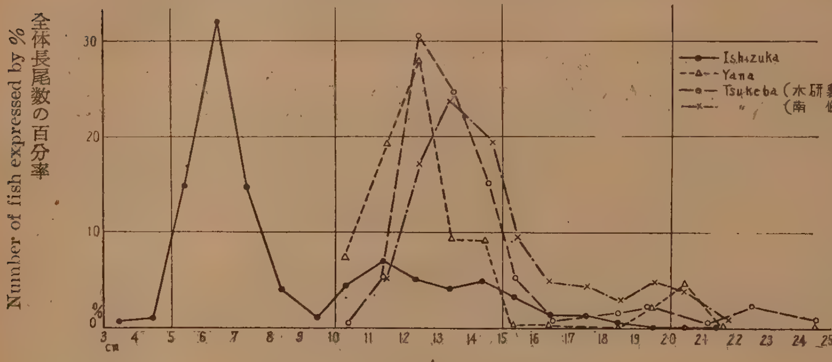
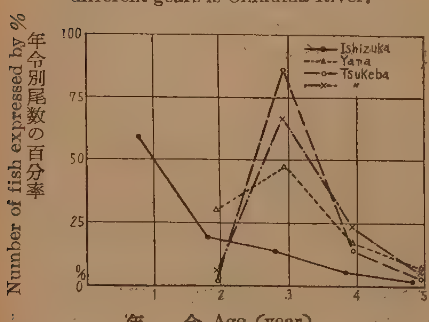


Fig. 3 漁場漁法別の年令によるウグイの尾数分布の百分率

Number of fish (*T. hahonensis*) by age, caught by "Ishizuka" and other three different gears is Chikuma River.



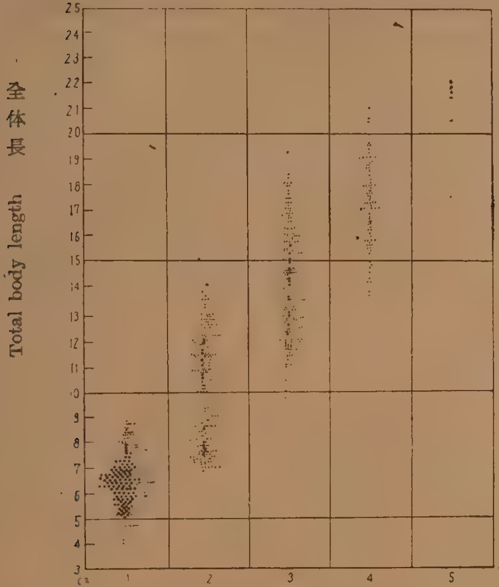
体長から見た魚の分布は 5～8 cm のものが断然多くて，中でも 7 cm 前後のものが特に多い。この大きさのものは前年の春孵化した 1 年魚で（1 冬を過し，1 年未満）59.5％ の多数であり，2 年魚は 19.8％，3 年魚は 16.6％ で，4～5 年魚は遙かに少数となる。年齢と全体長との関係を示す第 4 図を見れば，多数に捕れる体長 5～8 cm の魚の多くは 1 年魚であることが判然とする。そしてこの様な幼年魚を多く捕るということが河川の資源の維持によくないことも推想される。

第 4 図を見ると 2 年魚は体長の 7～9 cm 群と 10～13 cm 群との 2 群がある様に見える。これは前者は 25 年春捕獲したものが大部分で，後者は主に 24 年春捕獲したものであるから，同じく 2 年魚であつても年によつて大きさに差があることを示すものである。3 年魚は図の上では群に分れて現れないけれども，その中大きいものは 24 年春捕つたもので，小さいものは 25 年春捕つたものが多く分布している。然し 3 年魚にはこれが見られないから 24 年と 25 年とに，この様な差が見られたのであろう。

この試験漁獲に使つた漁具の目の大きさは 2 分 5 厘と 3 分目であつたから，この目の大きさを大きくすれば，小さい魚が捕れないことは確かであるが，どの程度の大きさのものまでを捕る様にするかを規定すること，即ち魚の大小に依つて捕獲許否を定めようとすることは第 4 図で見られる様に各年齢についての体の大

Fig. 4 石塚で捕獲されたウグイの全体長と年令との関係（大点 10 尾，小点 1 尾

Total body length and age of *T. hakonensis* caught by "Ishizuka" in chikuma River Larger dots represent IO fishes and smaller an individual.



きさの開きが，はつきりと区別されないから，産卵前の魚だけを捕らない様にすることも困難であり，又その様に規定しても各地に多く散在する漁場に於ての取締りは煩わしいことであり，余り大きな目に規定すれば漁業としては成り立たなくなるであろう。

この漁業と同じ時期に行われるウグイ漁業は，他にないから余儀なくウグイの産卵期に於て産卵習性を応用して行われるツケバ漁業と，周年行われているヤナ漁業とで，23 年 5～6 月頃捕獲した調査資料とを比較した。即ち第 2～3 図でこれを比較して見ると，ツケバ漁業で捕れるウグイの年齢組成は 3 年魚が大部分で（1 漁場では 88 %，1 漁場では 70%）2 年魚は極めて少ない（1 漁場では 3 %，1 漁場では 6 %），ヤナ漁業では 2 年魚が相当捕れるけれども（32 %），3 年魚の方が多い(49%) ツケバ漁業は産卵を完全に終らない魚をも捕ることゝ，漁業者がその漁場整備のために折角産みつけられた卵を掻き流し，又損傷すること等の欠点があり，ヤナ漁業は幼魚をも捕り，又産卵の済否に拘らず捕獲するという欠点はあるけれども，石塚漁業の様に幼魚も産卵前の成魚も総てを捕るという大きな欠点は持たぬ。又ツケバ，ヤナ漁業に漁獲制限を加えるにしても，漁場は少いから取締りも出来やすく，漁業者の自覚次第で解決が出来ることである。

以上はウグイに就て調べたことを述べたが，この漁法ではウグイ以外の魚も捕れるけれどもその数量は少く，又その多くが幼魚である（第 1 表)。

それで石塚漁業は冬の唯一の漁業であり，その設置中は魚に棲み場所を与えるという趣旨は極めてよいことであるけれども，これを逆用して最後に全部の魚，然も幼年魚を捕獲することは河川の資源を維持し，生産を増進させようとする見地からは禁止すべき漁法であると考えられる。尚この漁業を行う者の数は多いけれども，これで生活するという程のものではないから，この漁業を禁止しても社会的に大きな問題ではない。然しこの漁法の構想の前半即ち魚の棲みよい積石を造成して魚を巧に誘致することはよいことであるから，このよい点だけを取り入れて，漁業協同組合の共同事業の保護増殖対策の一つとして，各所にこれを多く造つて，魚は捕らないことにすることは大いに勧奨すべきことである。

摘 要

1) 千曲川に於ける冬の漁業，石塚を 17 個設置して，その実態を調査した。

2) 石塚で捕れた魚の内ウグイ 2.064 尾を調査したが，1 年魚が最も多く捕れ（59.5 %）年齢が進むに従つて捕獲率は落ちるが，2 年魚は 19.8 %，3 年魚は 16.6 % である。

3) ウグイを漁獲目的とする漁業の内，ヤナは 2 年魚は 32 % の漁獲率があるが，1 年魚は全く捕れない，ツケバは 3 年魚が大部分で幼魚は殆ど捕れない。

4) 石塚漁業は親魚の捕獲率は少いけれども，漁期が産卵期前であるから蕃殖によくない。

5) 石塚漁業はウグイばかり捕れるのではないが，捕れる他の魚の多くは矢張り幼魚が多い。

6) 石塚漁業は幼魚の保護，産卵期前の親魚の保護，即ち蕃殖保護，生産維持増進の見地から禁止すべき漁業である。

7) 石塚を多く造つて 魚の安棲場所を提供することはよいことであるから，漁業協同組合の共同事業として，この設備だけを各所に多く造成して魚は決して捕らない様にすることを勧奨する。

Tab. 1

石塚による漁獲表

Number and weight (Gr.) of fish canght by "Ishizuka"

番号 No. of gear tested	組合地区 Region of association	場所 Locality	設備月日 Date of facilities set	捕獲月日 Date of fishing	ウグイ *Tribolodon hakonensis* 数 Number of fishes	ウグイ *Tribolodon hakonensis* 量 Quantity of fishes	フナ *Carassius auratus* 数 N f	フナ *Carassius auratus* 量 Q.f	コイ *Cyprinus carpio* 数 N.f	コイ *Cyprinus carpio* 量 Q.f	ニゴイ *Hemibarbus barbus* 数 N.f	ニゴイ *Hemibarbus barbus* 量 Q.f	モロコ *Gnathopogon caerulescens* 数 N.f	モロコ *Gnathopogon caerulescens* 量 Q.f	オイカワ *Zacco plyatypus* 数 N.f	オイカワ *Zacco plyatypus* 量 Q.f	カジカ *Gottidee* 数 N.f	カジカ *Gottidee* 量 Q.f	ナマズ *Parasilurus asotus* 数 N.f	ナマズ *Parasilurus asotus* 量 Q.f	アカザ *Liobagrus reini* 数 N.f	アカザ *Liobagrus reini* 量 Q.f	計 Toial 数 N.f	計 Toial 量 Q.f
1	上小	上田市小牧	23.11.13	* —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	〃	〃 〃	〃	* —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	〃	〃 スワ形	.15	24.1.22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	1080	—	—	11	1.080
4	更埴	南条岩バナ	.20	2.2	213	4.981	—	—	—	—	—	—	1	6	—	—	—	—	—	—	3	39	217	5.026
4′	〃	〃 〃	24. 2. 2	3.24	113	2.809	—	—	—	—	5	164	—	—	—	—	—	—	—	—	5	72	123	3.045
5	〃	〃 三島	23.11.20	2.2	136	2.472	73	1.150	2	45	18	713	1	6	—	—	—	—	16	398	34	487	280	5.271
5′	〃	〃 〃	24. 2. 2	3.24	8	224	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	76	—	—	—	—	11	300
6	〃	〃 橋上	23.11.20	* —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	*上小	神川岩下	24.12.20	25.1 17	546	3.163	2	6	4	90	2	10	—	—	—	—	—	—	—	—	2	31	556	3.300
8	〃	〃	〃	3.2	?	4.125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	4.125
9	〃	水研裏	24.11.15	1.9	46	179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	59	6	60	55	298
10	〃	〃	.18	3.14	2	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	100	13	106
11	〃	〃	.15	1.9	10	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	122	1	140	19	141	33	469
12	〃	スワ形	.16	3.1	41	97	—	—	—	—	4	19	—	—	—	—	1	18	—	—	4	53	50	187
13	〃	〃	〃	〃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	更埴	岩バナ	13	2.7	1.718	20.088	268	7.411	9	172	192	2.812	—	—	96	739	—	—	28	441	18	316	2.329	31.974
14′	〃	〃	25. 2. 7	3.13	105	260	—	—	—	—	2	212	—	—	57	179	—	—	1	32	8	106	173	789
15	〃	〃	24.11.13	2.7	1.544	5.566	4	14	—	—	134	2.312	—	—	52	186	—	—	2	18	4	8	1.740	8.104
15′	〃	〃	25. 2. 7	3.13	45	115	—	—	—	—	—	—	1	3	20	86	—	—	—	—	—	—	66	204
16	〃	〃	24.11.10	〃	172	5.644	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	37	23	244	196	5.925
17	〃	〃	〃	*—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計					4.699+?	49.790	347	8.391	15	307	357	6.242	3	15	225	1.190	7	216	63	2.205	137	1.657	5.853+?	70.203

* 漁獲の見込なきため積石をとらず

Tab. 2　　石塚で捕れたウグイの年齢組成と全体長の分布

The formation of age and range of length of *Tribolodon hakonensis* canght by "Ishizuka".

石塚の番号 No. of Ishizuka		4	4′	5	5′	7	9	10	11	12	14	14′	15	15′	16	計とその百分率 Total and percentage 尾数	%
調査したウグイの数 Number of fishes ex.		213	113	136	8	271	43	2	10	41	179	105	772	45	130	2064	100
年齢組成 Number of fish expressed by %	1 年 year	2%	5	19	0	81	36	100	60	78	54	96	82	95	18	1266	59.5
	2	40	60	38	24	16	14	0	20	22	8	3	15	5	14	409	19.8
	3	45	35	40	63	2	0	0	20	0	30	1	2.5	0	50	343	16.6
	4	12	0	3	13	1	0	0	0	0	7	0	0.5	0	15	79	3.5
	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	.3
全体長の分布 Range of total body length	cm cm	尾															
	3～4	0	0	0	0	0		0		0	0	1	0	0	0	1	0
	4～5	0	0	2	0	6		9		0	0	3	6	0	0	26	1.2
	5～6	2	0	6	0	93		30		15	5	33	119	9	4	316	15.1
	6～7	1	1	12	0	123		13		14	40	48	388	22	10	672	32.3
	7～8	2	0	7	0	15		2		6	42	13	197	11	12	306	14.7
	8～9	0	0	1	0	15		1		6	12	5	36	2	4	82	3.9
	9～10	1	0	3	0	9		3		0	2	0	6	1	1	24	1.1
	10～11	31	8	24	2	7					8	1	4		3	86	4.1
	11～12	47	30	14	0	2					17	0	7		16	135	6.5
	12～13	25	19	13	0	2					22	1	4		13	96	6.5
	13～14	18	10	9	0	1					8		8		15	76	3.6
	14～15	33	14	21	0	1					8		1		7	87	4.1
	15～16	31	16	19	6						1		0		5	73	3.5
	16～17	12	11	3							4		0		7	33	1.6
	17～18	11	4	1							5		3		13	35	1.7
	18～19	2	0	1							3		0		11	15	.8
	19～20	0	1								2		1		4	8	.4
	20～21	1									0				3	4	.2
	21～22	0									1		0		3	4	.2
	22～23	0														0	0
	23～24	0														0	0
	24～25	1														1	0

昭和二十七年三月二十日 印 刷
昭和二十七年三月二十五日 発 行

第十七巻 第七号

本号定価 100 円
(送 料 別)

発行者編集兼 須 藤 俊 造
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内

発 行 所 日本水産学会
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
振 替 口 座 東 京 59529 番

印 刷 者 加 藤 松 次

株式会社
印 刷 所 東 海 書 房
東京都中野区江古田3の1223
電 話 中 野 (38) 4101

発 売 所 大日本水産会
東京都中央区月島3号地
東海区水産研究所内